MÉMOIRES

DE

L'ACADÉMIE

DES SCIENCES BELLES-LETTRES ET ARTS

DE LYON

CLASSE DES SCIENCES

Mém. acad. Lyon, II.
It is quite clear that only pp. 1-120 could have been issued in 1847; 121-192 in 1848; 193-end, ~~1849~~ probably 1850. GdP

BRIT. MUS. (NAT. HIST.) LONDON. S.W.
SHERBORN'S
INDEX ANIMALIUM

LYON

IMPRIMERIE DE LÉON BOITEL

QUAI ST-ANTOINE 36

1847 50/ wrongly altered to '47? The right date can be seen under the wrapper.

MÉMOIRES

DE

L'ACADÉMIE DE LYON.

S.888-A.2.

MÉMOIRES

DE

L'ACADÉMIE ROYALE

DES SCIENCES, BELLES-LETTRES ET ARTS

DE LYON.

SECTION DES SCIENCES.

—

TOME II.

—

LYON.
IMPRIMERIE DE LÉON BOITEL,
QUAI SAINT-ANTOINE, 36.

—

1847.

NOTICE

SUR

UNE PLUIE DE TERRE,

TOMBÉE DANS LES DÉPARTEMENTS

DE LA DRÔME, DE L'ISÈRE, DU RHÔNE ET DE L'AIN,

Les 16 et 17 octobre 1846;

PAR M. ALPH. DUPASQUIER.

Un phénomène, très rare dans nos contrées, a vivement étonné, il y a quelque mois, nos populations un peu superstitieuses : le 16 et le 17 octobre 1846, une pluie mélangée de matière terreuse, et présentant l'aspect de la terre glaise jaunâtre, délayée dans une grande quantité d'eau, est tombée à plusieurs reprises (1), dans des localités très éloignées les unes des autres, à des heures différentes et sur une grande étendue de pays, formée par les départements de la Drôme,

(1) A Lyon, par exemple, on a observé la pluie de terre à 8 heures du matin, à 6 heures et à 11 heures et demie du soir.

de l'Isère, du Rhône et de l'Ain. Cette chûte de terre avait été précédée de plusieurs orages, et a coïncidé avec la tourmente atmosphérique d'où est résultée l'inondation des plaines de la Loire. Plusieurs faits qui annonçaient une grande perturbation de l'atmosphère, ont été observés dans le même temps : à Lyon, à Grenoble, et dans beaucoup d'autres lieux, par exemple, on a vu fuir, par troupes et en poussant des cris, les allouettes, les cailles, les canards, les poules d'eau : bon nombre de ces divers oiseaux sont même tombés dans les rues, sur les places publiques, dans les cours des maisons, et ont pénétré jusque dans les habitations elles-mêmes, où on les a pris vivants.

En rédigeant cette notice, je n'ai nullement l'intention de donner une description complète de cette grande perturbation atmosphérique, laquelle avait tous les caractères de celles qu'on voit ordinairement, dans les régions volcaniques, précéder ou accompagner les tremblements de terre : mon savant collègue, M. Fournet, s'est chargé de ce soin, et en a fait l'objet d'un mémoire spécial, où il a décrit la tourmente à son origine, et l'a suivie dans toute sa marche, en faisant ressortir, avec la sagacité d'investigation qu'on lui connaît, tout ce que l'ensemble des phénomènes observés

présentait de remarquable et d'intéressant pour le météorologiste. Je n'ai d'autre but dans cette notice, que de donner les résultats de la double analyse que j'ai faite, de la matière terreuse tombée et recueillie dans deux localités, très distantes l'une de l'autre, à La Verpillière, département de l'Isère, et à Meximieux, département de l'Ain : de ce travail analytique, on peut tirer plusieurs inductions qui ne paraîtront peut-être pas dénuées de quelque intérêt.

EXAMEN ET ANALYSE DE L'EAU ET DE LA MATIÈRE TERREUSE TOMBÉES ET RECUEILLIES A LA VERPILLIÈRE (ISÈRE).

La pluie terreuse a été observée à La Verpillière, dans la matinée du samedi 17 octobre. Après sa chûte, toutes les plantes étaient recouvertes d'une couche de boue ayant l'apparence de l'argile ordinaire jaunâtre. M. Faure, maître de poste à La Verpillière, lequel avait été témoin de ce remarquable phénomène, prit soin de recueillir lui-même, sur les feuilles des choux de son jardin, une certaine quantité de l'eau pluviale et de la matière terreuse qui y avait été retenue, et ne s'était point mélangée avec la terre de la surface du sol. Enfermées dans une bouteille, ces matières furent immédiatement adressées à M. André,

pharmacien à Lyon, qui a bien voulu me les remettre pour que j'en fisse l'analyse.

La quantité d'eau mélangée à la matière terreuse était d'environ un demi-litre; par le fait du mélange et de la suspension de la matière terreuse, elle devenait très trouble quand on agitait la bouteille.

Examen de l'eau tenant en suspension la matière terreuse. J'ai d'abord filtré le liquide avec un filtre préalablement lavé à l'eau distillée bouillante ; puis, l'eau obtenue par filtration, et qui alors était limpide, a été essayée par les réactifs suivants :

RÉACTIFS.	RÉSULTATS.
1. Azotate de baryte, avec addition d'acide azotique.	Trouble très léger ; par le repos, très faible précipité.
2. Azotate d'argent avec addition d'acide azotique.	D'abord opalinité, puis trouble assez prononcé.
3. Oxalate d'ammoniaque.	Trouble très prononcé, puis précipité abondant.
4. Teinture alcoolique de bois d'inde.	Vive coloration violette.
5. Sulfate de cuivre.	Trouble, puis dépôt bleuâtre abondant.
6. Chlorure de calcium.	La limpidité du liquide n'est pas troublée.
7. Ammoniaque liquide.	Trouble immédiat, à peine sensible ; après une demi-heure,

	trouble très prononcé, précipité en partie adhérent au verre.
8. Chlorure d'or.	Quelques gouttes de solution d'or ont été ajoutées à l'eau, de manière à lui communiquer une légère coloration jaune ; puis, on a soumis le liquide à l'ébullition ; bientôt il s'est coloré en violet, nuance qui s'est de plus en plus prononcée, et de manière à arriver au violet noirâtre ; par le repos, il s'est déposé de l'or métallique, et le liquide s'est décoloré.
9. Ni la teinture d'iode, ni l'acétate de plomb	n'ont indiqué de trace d'acide sulfhydrique ou d'un sulfure.
10. Le sulfate ferreux avec addition d'acide sulfurique	n'a indiqué aucune trace d'azotate.

De ces essais, il résulte que l'eau recueillie à La Verpillière n'avait nullement la pureté ordinaire de l'eau de pluie ; qu'elle contenait une trace assez notable d'un sulfate et d'un chlorure (Essais 1 et 2) ; qu'elle tenait en solution beaucoup de bi-carbonate calcaire (Essais 3, 4, 5, 6 et 7), une trace de sel de magnésie (Essai 7), et une proportion assez forte de matière organique (Essai 8), mais

point d'acide sulfhydrique ou de sulfure (Essai 9), et point d'azotate d'ammoniaque (Essai 10).

Quant à la matière terreuse séparée par le filtre, elle présentait, après son lavage préalable à l'eau distillée et sa dessication, une assez grande quantité de débris organiques parfaitement visibles à la vue simple.

Cette matière a été soumise à l'analyse quantitative ; on a opéré sur un gramme, qui a donné les produits suivants :

	gramme.
Silice.	0, 545
Alumine	0, 071
Peroxyde de fer hydraté.	0, 079
Carbonate de chaux . .	0, 215
Carbonate de magnésie. .	0, 015
Débris organiques. . .	0, 075
	gramme.
	1, 000

EXAMEN ET ANALYSE DE L'EAU ET DE LA MATIÈRE TERREUSE TOMBÉES ET RECUEILLIES A MEXIMIEUX (AIN).

La pluie de terre a été observée à Meximieux le 17 octobre, à huit heures du matin, par un léger vent du sud. La veille, le même vent avait soufflé avec beaucoup de force, et avait été suivi

d'un orage violent. Après la pluie terreuse, toute la végétation paraissait uniformément couverte de boue. Les vitres des habitations, du côté du sud, étaient toutes salies par une couche de terre jaunâtre. En ce moment même entrait à Meximieux un bataillon qui se rendait dans les environs de Genève : tous les soldats paraissaient couverts de boue.

M. Vezu, propriétaire à Meximieux, lequel avait été témoin de cette pluie de matière terreuse, s'empressa d'en recueillir sur les feuilles des choux de son jardin, en même temps qu'une certaine quantité de l'eau pluviale qui l'avait accompagnée dans sa chûte. Le flacon qui renfermait ces matières, m'ayant été remis par M. Vezu, ancien préparateur de chimie à l'école de médecine de Lyon, j'ai fait l'examen et l'analyse de son contenu, avec l'assistance de cet habile pharmacien.

Voici quels ont été les résultats de notre travail analytique.

Examen de l'eau tenant en suspension la matière terreuse. Cette eau, séparée de la matière terreuse par un filtre préalablement lavé à l'eau bouillante, s'est comportée de la manière suivante avec les réactifs ci-après indiqués :

RÉACTIFS.	RÉSULTATS.
1. Azotate de baryte, avec addition d'acide azotique.	Pas de réaction sensible.

2. Azotate d'argent avec addition d'acide azotique.	Léger nuage.
3. Oxalate d'ammoniaque.	Trouble très prononcé, puis, précipité abondant.
4. Teinture alcoolique de bois d'Inde.	Vive coloration violette.
5. Sulfate de cuivre.	Trouble, puis précipité bleuâtre abondant.
6. Chlorure de calcium.	La limpidité du liquide n'est pas troublée.
7. Ammoniaque liquide.	Pas de trouble sensible immédiatement, mais par le repos, trouble abondant et précipité adhérent au verre.
8. Chlorure d'or.	Soumis à l'ébullition, le liquide a légèrement bruni, mais d'une manière très peu sensible.
9. Ni la teinture d'iode, ni l'acétate de plomb	n'ont indiqué de trace d'acide sulfhydrique ou de sulfure.
10. Le sulfate ferreux, avec addition d'acide sulfurique,	n'a indiqué aucune trace d'azotate.

De ces essais il résulte, que l'eau soumise à l'action des réactifs, quoique moins impure que la précédente, particulièrement sous le rapport de la matière organique, n'avait nullement les caractères ordinaires de l'eau pluviale, puisqu'elle te-

nait en solution beaucoup de bi-carbonate de chaux, comme le démontrent les essais 3, 4, 5, 6 et 7.

Quant à la matière terreuse séparée par le filtre, elle était jaunâtre et paraissait mélangée de débris organiques, mais en bien moindre quantité que dans celle tombée à La Verpillière. Soumise à l'analyse de quantité, on n'a pu opérer que sur 200 milligrammes de matière, mais en multipliant par cinq le chiffre des produits obtenus, on est arrivé aux résultats suivants, représentant un gramme de matière terreuse.

	gramme.
Silice.	0, 520
Alumine.	0, 075
Peroxyde de fer hydraté.	0, 085
Carbonate de chaux. . .	0, 265
Carbonate de magnésie. .	0, 020
Débris organiques. . .	0, 035
	gramme.
	1, 000

REMARQUES.

Ce qui frappe d'abord dans les résultats du double examen chimique dont les détails viennent d'être rapportés, c'est l'impureté anormale de l'eau de pluie tombée avec la matière terreuse. Mais

cette circonstance s'explique naturellement par le contact de l'eau atmosphérique avec les matières organiques (1) et inorganiques qui lui étaient mélangées. La quantité de bi-carbonate calcaire tenue en solution dans l'eau de pluie, recueillie soit à La Verpillière soit à Meximieux, quantité qui s'élevait à peu près à la moyenne de celle qu'on rencontre d'ordinaire dans les eaux de source des terrains calcaires, semble démontrer, en outre, que le contact de l'eau atmosphérique avec les matières terreuses et organiques qui l'accompagnaient a dû être prolongé assez longuement. Cette quantité remarquable de bi-carbonate de chaux de l'eau de pluie, se trouve d'ailleurs parfaitement en rapport avec la forte proportion de carbonate calcaire des deux matières terreuses analysées.

Une autre remarque, non moins importante, ressort encore du résultat des recherches chimiques auxquelles je me suis livré : c'est l'analogie de com-

(1) L'eau de pluie recueillie à La Verpillière, était, comme on l'a vu, chargée de matière organique en solution. La différence qu'elle présentait sous ce rapport, avec celle recueillie à Meximieux, s'explique d'abord par la plus forte proportion de débris organiques trouvés dans la matière terreuse de La Verpillière, ensuite, par cette circonstance accidentelle, et que je ne dois pas omettre, qu'il se trouvait dans la bouteille envoyée de la Verpillière, une chenille et un petit colimaçon, détachés certainement des feuilles de choux sur lesquelles l'eau de pluie avait été recueillie, et qui étaient évidemment étrangers aux matières tombées avec cette eau.

position des deux matières terreuses analysées, matières tombées cependant à une distance de plus de quarante kilomètres. Cette analogie de composition démontre en effet que la matière terreuse n'avait point été soulevée par les vents à peu de distance du lieu où elle est tombée, mais qu'elle avait dû être transportée (peut-être de fort loin) par un ou plusieurs nuages, d'où elle est tombée à plusieurs reprises, sur plusieurs points des départements de la Drôme, de l'Isère, du Rhône et de l'Ain. Un fait que je tiens d'une personne éclairée, digne de toute confiance, donne d'ailleurs beaucoup de certitude à cette opinion : c'est qu'à Lyon (et probablement il en a été de même dans d'autres localités), la pluie mélangée de matière terreuse est tombée, le matin, dans un moment de calme, où le vent du sud ne soufflait qu'avec très peu de force. Ainsi, la personne que je viens de mentionner a constaté par elle-même cette circonstance importante, le 17 octobre, à huit heures du matin, au Jardin-des-Plantes de Lyon, où elle a été témoin de la pluie terreuse qui s'est effectuée dans ce moment. En rentrant à son domicile, cette personne s'est aperçue que son parapluie était partout recouvert d'une couche uniforme, et nulle part interrompue de matière terreuse.

Des faits et des recherches qui précèdent, il est

permis de conjecturer enfin, et cela surtout, d'après le mélange de débris organiques avec la matière terreuse, que celle-ci n'avait d'autre origine que la poussière enlevée par une trombe à la surface du sol, et portée ainsi dans des nuages, où, retenue par l'état électrique des vapeurs, elle a pu être transportée à des distances considérables, pour tomber ensuite avec la pluie, lorsque, par l'effet de l'agitation des vents, et sous l'influence directe du refroidissement de l'atmosphère, ces vapeurs ont passé à l'état de gouttelettes liquides.

22 mars 1847.

EMPLOI DU CHLORURE D'OR

POUR

APPRÉCIER LA PRÉSENCE DE LA MATIÈRE ORGANIQUE, EN SOLUTION DANS LES EAUX ORDINAIRES;

PAR

M. ALPH. DUPASQUIER.

Les eaux des rivières, des sources, des puits, etc, contiennent toutes une proportion plus ou moins grande de matière organique en solution. Quand la quantité de cette matière est très faible, ce qui est le cas le plus ordinaire, sa présence est insignifiante, soit au point de vue de l'emploi hygiénique de l'eau, soit à celui de son usage industriel, et dans ce cas, la présence de cette quantité minime, et en quelque sorte *normale*, ne saurait être démontrée par l'emploi des réactifs: on ne la reconnaît en effet qu'en pratiquant l'analyse quantitative de l'eau.

Mais il arrive assez souvent que les eaux ordi-

naires se trouvent chargées de matière organique, d'une manière *anormale,* et dans ce cas, il peut résulter de leur usage de graves inconvénients, soit pour la santé, soit pour quelques emplois de ces eaux dans l'industrie. Il y a donc un intérêt réel à pouvoir reconnaître, par un moyen d'une application simple et facile, la présence de cette matière organique, en proportion plus qu'ordinaire dans les eaux. L'essai de ces eaux par l'azotate d'argent, comme je m'en suis fréquemment assuré dans mes nombreuses recherches sur les eaux potables, ne donne que des résultats incertains et trompeurs; quant à leur évaporation à siccité, et à la calcination de leur résidu, qui devient noirâtre quand la matière organique était un peu abondante, c'est un moyen long à pratiquer, et dont le résultat est d'ailleurs assez peu satisfaisant.

Après avoir assayé inutilement divers moyens chimiques pour déceler la présence de cette proportion anormale de matière organique dans les eaux, j'ai trouvé que l'emploi du chlorure d'or pouvait atteindre ce but, ce réactif donnant des indications bien tranchées et qu'on peut considérer comme certaines. La pensée d'employer le chlorure d'or m'a été suggérée par cette remarque des personnes qui s'occupent du daguerréotype, et qui m'a

été communiquée par M. Glénard, que le chlorure d'or se trouve altéré et décomposé, quand on fait usage pour le dissoudre de l'eau de condensation de certaines machines à vapeur, ou de toute autre eau distillée, contenant une matière organique en solution.

Voici du reste comment je procède pour reconnaître par le chlorure d'or la matière organique en proportion anormale dans les eaux. — J'introduis dans un petit ballon, de 25 à 50 grammes de l'eau à essayer, puis, j'y ajoute quelques gouttes d'une solution, solution consentrée de chlorure d'or, de manière à lui communiquer *une légère teinte jaunâtre ;* ensuite je fais bouillir le liquide. Si l'eau ne contient que la quantité ordinaire de matière organique des eaux potables, *elle conserve sa nuance jaunâtre,* qui reste pure, même en prolongeant l'ébullition. Si, au contraire, l'eau renferme une proportion anormale de matière organique, elle *brunit d'abord*, puis prend une *teinte violette*, *bleuâtre,* qui annonce la décomposition du sel d'or par la matière organique. En prolongeant l'ébullition, la teinte violette ou bleuâtre se prononce de plus en plus, si la proportion de la matière organique est considérable. Mais la coloration un peu brunâtre ou verdâtre du liquide, suffit seule pour donner la certi-

tude que la matière organique dépasse la proportion qui lui est ordinaire.

En pratiquant ces essais avec le chlorure d'or, il est de précaution essentielle d'employer la solution de ce sel sans excès d'acide chlorhydrique, lequel s'opposerait, comme je m'en suis assuré, à la réaction décomposante de la matière organique.

Assez souvent pendant l'ébullition un peu prolongée de l'eau colorée par le chlorure métallique, il se précipite de l'oxyde d'or, dû à la réaction du carbonate calcaire sur ce sel. Dans ce cas, si le chlorure d'or n'est pas en quantité un peu surabondante, le liquide peut se décolorer; ou si la proportion est plus forte, la nuance jaune peut être modifiée par un léger trouble qui se manifeste dans le liquide. Pour distinguer ces effets de la réaction décomposante produite par la matière organique, on peut alors ajouter au liquide une ou deux gouttes d'acide chlorhydrique pur, lequel dissoudra immédiatement l'oxyde d'or, et le liquide reprendra aussitot son apparence primitive, *s'il n'y a pas eu décomposition du sel d'or par de la matière organique*. Mais une fois que l'or du chlorure a été ramené à l'état métallique sous l'influence de la matière organique, il ne se dissout pas comme son oxyde, dans l'acide chlorhydrique, et le liquide

reste violet, violet-bleuâtre, violet-brunâtre ou verdâtre, quand il y a un assez grand excès de chlorure d'or. Cependant si l'eau contient une trace d'un *nitrate*, et qu'on fasse bouillir de nouveau, l'or peut alors se dissoudre.

On peut faire et on m'a fait cette objection, que les matières organiques n'ont pas toutes une action décomposante, égale sur le sel d'or; mais cette objection est sans valeur, si l'on considère qu'il ne s'agit que de la matière organique contenue dans les eaux naturelles, laquelle est toujours de la nature de *l'ululmine* ou de la *géine*, et provient évidemment du lavage des matières végétales et animales en décomposition plus ou moins avancée, et le plus souvent parvenues à l'état de terreau, lesquelles se trouvent dans les terres où s'infiltrent les eaux de pluie, ou bien encore dans le sol des villes baignées par des rivières qui alimentent leurs puits et leurs fontaines. Dans toutes ces circonstances, de même que lorsqu'elle provient de l'infiltration des liquides des fosses d'aisance, des mâres, des cloaques, des égoûts, etc., la matière organique, résultat d'une décomposition spontanée de produits végétaux et animaux, exerce toujours une action décomposante très prononcée sur le sel d'or.

Du reste, j'ai fait des essais assez nombreux

avec de l'eau distillée, à laquelle j'ajoutais soit de l'urine récente, soit de la gélatine, soit de la mie de pain, soit d'autres matières organiques non altérées par la putréfaction. — Ces matières décomposaient généralement le sel d'or, mais le plus souvent après une ébullition très prolongée. — J'ai fait bouillir aussi dans l'eau distillée une pincée de tourbe, et, dans un autre essai, un peu de terre végétale : le liquide filtré, traité par le chlorure d'or, a pris alors très rapidement une coloration violette-bleuâtre (1).

De ces essais comparatifs, il est donc résulté que le chlorure d'or peut être décomposé par des matières organiques non altérées, mais en général plus difficilement que par celles qui sont le ré-

(1) J'ai traité aussi, par le chlorure d'or, quelques eaux distillées prises dans une bonne pharmacie ; voici les résultats que j'ai obtenus :

L'eau de roses et l'eau de menthe poivrée ont produit la décomposition du sel d'or en 6 ou 8 minutes : le liquide est devenu vert, par le mélange d'un excès de chlorure d'or avec le bleu de l'or métallique ;

L'eau de mélisse a donne un résultat analogue, mais beaucoup moins prononcé ;

L'eau de laitue et l'eau de tilleul ont pris une légère coloration brune ;

L'eau de plantin et l'eau de lis n'ont pas réagi sensiblement sur le sel d'or.

Il résulte de ces essais que l'action décomposante n'est bien prononcée qu'avec les eaux distillées qui contiennent une huile essentielle.

sultat d'une décomposition spontanée de débris végétaux et animaux, et analogues par conséquent à la matière organique tenu en solution dans les eaux ordinaires ou naturelles.

NOUVEAU MOYEN

POUR RECONNAÎTRE LA PRÉSENCE ET MÊME APPROXIMATIVEMENT LA QUANTITÉ

DU BI-CARBONATE DE CHAUX,

TENU EN SOLUTION DANS LES EAUX;

PAR M. ALPH. DUPASQUIER.

Dans la note que j'ai communiquée à l'Académie des Sciences, en mars 1846, *sur l'importance et l'utilité du bi-carbonate de chaux, contenu dans les eaux potables,* j'ai mentionné la *teinture alcoolique de bois d'Inde,* comme étant un excellent réactif pour reconnaître les moindres traces de ce sel. Mais il est nécessaire d'être prévenu en en faisant usage, que la coloration *violette*, produite avec la matière colorante naturellement *jaune* de ce bois, peut être déterminée par toute autre substance alcaline, aussi bien que par le bi-carbonate de chaux, ce qui n'empêche pas, du reste, que

la teinture de bois d'Inde ne puisse servir pour déceler ce sel calcaire dans les eaux potables, car on sait que ces eaux ne contiennent généralement ni carbonate, ni bi-carbonate de soude ou de potasse. Toutefois, la possibilité de rencontrer un de ces sels alcalins, accidentellement dans une eau naturelle, m'a porté à rechercher un moyen propre à confirmer l'indication donnée par l'hématine du bois d'Inde, relativement au bi-carbonate de chaux, *indépendamment d'un carbonate* ou *bi-carbonate alcalin*, et j'ai réussi à en trouver un, qui ne laisse aucun doute à cet égard.

Ce moyen consiste dans l'emploi comparatif de deux autres réactifs, du *sulfate de cuivre* et du *chlorure de calcium*. — Lorsque j'ai reconnu, par la coloration violette de la teinture de bois d'Inde, qu'une eau contient du bi-carbonate de chaux, pour bien m'assurer que cette coloration n'est pas accidentellement due, en tout ou en partie, à la présence d'un carbonate ou d'un bi-carbonate alcalin, je fais deux nouveaux essais. Je prends deux petits verres contenant de l'eau essayée par le bois d'Inde : dans le premier, je verse un peu de solution de sulfate de cuivre

(sans excès d'acide) ; et dans le second, une solution de chlorure de calcium. Dans le cas, d'ailleurs à peu près général, où l'eau n'est rendue alcaline que par du bi-carbonate de chaux, ce sel décompose le sulfate de cuivre, et il se forme un dépôt bleuâtre de carbonate cuivrique, lequel indique, par sa plus ou moins grande abondance, la proportion du bi-carbonate calcaire. — Dans le même cas, la solution de chlorure de calcium ne trouble nullement l'eau essayée, qui reste limpide. Mais, s'il se trouvait par hasard du carbonate ou du bi-carbonate de soude ou de potasse dans l'eau essayée, il se formerait, par l'addition du chlorure de calcium, un trouble d'autant plus prononcé, qu'il y aurait une quantité plus grande du sel alcalin. — Ce double essai donne donc la certitude, ou qu'il n'y a dans l'eau que du bi-carbonate de chaux, ou que ce sel calcaire se trouve accompagné d'un bi-carbonate alcalin, circonstance qui ne se rencontre pas d'ordinaire dans les eaux potables, mais qui existe dans toutes les eaux minérales alcalines gazeuses.

Ici, je dois faire une remarque dont il est utile de tenir compte dans l'essai qui vient d'être in-

diqué. — Dans le cas où la quantité de bi-carbonate de soude ou de potasse associé au bi-carbonate de chaux serait très minime, comme par exemple de quelques centigrammes seulement par litre d'eau, il pourrait arriver que l'acide carbonique libre, qui dépasse toujours un peu, surtout dans les eaux de source, celle nécessaire à la solution du carbonate de chaux, empêchât la précipitation de celui qui se forme, dans l'essai indiqué, par la réaction du bi-carbonate alcalin sur le chlorure de calcium. Si donc l'addition de chlorure de calcium ne produit point de trouble dans l'eau, pour s'assurer qu'il n'y existe pas une quantité minime de bi-carbonate de soude ou de potasse avec le bi-carbonate calcaire, on chauffera dans un tube fermé par un bout, 10 ou 15 grammes de l'eau mélangée de chlorure de calcium et restée limpide, et on élèvera peu à peu la température, sans arriver toutefois à une ébullition complète : par ce moyen, et en agitant fréquemment le tube, on chassera l'excès d'acide carbonique, sans précipiter le bi-carbonate calcaire primitif de l'eau essayée. S'il existait un peu de bi-carbonate de soude ou de potasse avec celui-ci, l'eau se trou-

blerait dans toute sa masse par le fait de la précipitation du carbonate de chaux, formé aux dépens du chlorure de calcium et du bi-carbonate de soude ou de potasse, ce qui n'arrivera pas si l'eau ne contenait que du bi-carbonate de chaux sans trace de bi-carbonate sodique ou potassique. — Le bi-carbonate de chaux primitif ne se précipite en partie qu'après quelques minutes d'ébullition, et encore il adhère alors aux parois du tube, et l'eau, dans sa masse, reste limpide.

Si l'on pratique le même essai avec une eau minérale alcaline gazeuse, comme les eaux de cette nature contiennent généralement leur volume d'acide carbonique libre, celui-ci peut empêcher la précipitation par le chlorure de calcium, si l'eau ne contient qu'une très faible proportion de bi-carbonate de soude. C'est ce qui arrive, par exemple, avec l'eau de St-Galmier (Loire), qui ne contient que vingt-quatre centigrammes (environ cinq grains) par litre de bi-carbonate de soude. Avec l'eau de Vals, au contraire, qui renferme plus de cinq grammes de bi-carbonate sodique, le chlorure de calcium donne immédiatement un précipité abondant de carbonate de chaux. Si donc,

en essayant une eau gazeuse naturelle, on n'avait pas de précipité par le chlorure de calcium, on chaufferait le mélange dans un tube, on chasserait peu à peu l'acide carbonique en excès (sans arriver à l'ébullition complète), et la réaction qui donne lieu au trouble du liquide se prononcerait.

Avant de terminer cette note, je dois encore prévenir que le bi-carbonate de chaux, dans les eaux potables, est généralement associé à quelques traces de bi-carbonate de magnésie. Or, celui-ci agit, dans l'essai indiqué, absolument comme le bi-carbonate calcaire. Mais ce fait est de nulle importance, quand on essaie les eaux dans un but hygiénique ou tinctorial, car l'influence du bi-carbonate magnésien, soit sur l'organisme de l'homme et des animaux (1), soit sur les matières colorantes, est tout-à-fait analogue à celle du bi-carbonate de chaux. D'ailleurs, la quantité du bi-carbonate de magnésie est toujours extrêmement minime, pour ne pas dire insignifiante, dans les eaux potables. Si l'on voulait toutefois s'assurer de sa proportion,

(1) Le carbonate de magnésie sature les acides libres de l'estomac comme le carbonate de chaux, et l'on sait qu'il entre dans la composition des os une petite proportion de carbonate et de phosphate de magnésie.

relative à celle du bi-carbonate de chaux, on pourrait précipiter ces deux carbonates par l'ébullition de l'eau, puis dissoudre le précipité par un peu d'acide sulfurique ou d'acide chlorydrique ; on reconnaîtrait ensuite la magnésie dans la solution, par les moyens ordinairement employés pour la recherche de cette base.

DES FLEUVES

ET

DE LEUR INFLUENCE;

DISCOURS DE RÉCEPTION A L'ACADÉMIE DE LYON,

PAR M. LORTET,

DOCTEUR MÉDECIN.

> Addidit et fontes, et stagna immensa, lacusque:
> Fluminaque obliquis cinxit declivia ripis;
> Quæ diversa locis partim sorbentur ab ipsa;
> In mare perveniunt partim.....
>
> OVID. Metam. Lib. I, 2.

Qu'est-ce qu'un fleuve?

Est-il raisonnable de poser cette question? Quel homme ne connaît pas un cours d'eau qui, à partir d'une région élevée, s'écoule dans une mer ou se perd dans une dépression du globe?

On connaît de la même manière un rocher ou du sable, un arbre, un animal, un homme.

Tous ces mots réveillent dans notre esprit les idées types, les images symboliques de ces êtres, indépendantes des variétés innombrables que présentent les espèces et les individus. Nous en avons des notions claires et précises. Mais ces notions sont insuffisantes; si on demande en quoi diffèrent

un minéral, un végétal, un animal, en quoi diffère une roche d'une autre roche, un arbre d'un autre arbre, un animal d'un autre animal, en quoi l'homme se distingue de tous les animaux ?

Pour répondre à ces questions, la simple connaissance due à la contemplation de ces objets ne suffit pas. Il faut alors connaître la composition des minéraux les rudiments des organes du végétal et de l'animal, il ne faut pas confondre les simples attractions chimiques qui se manifestent dans la matière improprement appelée inerte, avec les mouvements propres aux premiers simptômes de la vie. Il faut connaître les formes minérales, les modifications des organes dans les espèces diverses ; il faut étudier les instincts des animaux, les facultés morales et intellectuelles de l'homme. Il faut réunir en un faisceau les rapports de ces êtres entr'eux, car les uns sont la condition essentielle de l'existence des autres. Quel aspect nouveau présenterait le monde, si une classe entière du règne végétal ou du règne animal disparaissait tout-à-coup ?

Chaque famille, chaque classe d'êtres est comme un article de la loi qui détermine l'ensemble de la création. Elle est en quelque sorte un des organes de cette vie générale révélée sous tant de formes variées. Dans cet ensemble des êtres, aussi

bien que dans un individu, la destruction d'un organe entraînerait la modification de la vie entière.

Il en sera de même à l'égard d'un fleuve. Si on demande : ce qu'est un fleuve considéré comme l'une des formes liquides dans la grande circulation de l'eau, soit à l'état de vapeur, soit à l'état de fluide ? Quelles différences présentent les fleuves nombreux qui serpentent sur le globe ? quelle est leur action sur le sol ? quelle est leur influence sur les végétaux, sur les animaux, sur la vie, sur la propagation des êtres ? quelle est leur influence sur l'agglomération et les migrations des familles humaines, sur les relations des populations ? Si on demande quels sont les rapports des fleuves entr'eux par leurs sources, par leurs cours, par leurs embouchures ? quelles influences ces dispositions diverses ont exercées sur les relations des peuples, sur la marche et le caractère de la civilisation ? Si, considérant enfin un fleuve comme un organe essentiel à la vie qui anime la création, on demande quelles sont les fonctions de cet organe ?

Oh ! alors, pour répondre à ces questions, un vaste champ d'études s'ouvre devant nous, car tout est lié dans la nature, par les phases successives de cet ensemble de vie, dont tout ce qui existe est animé.

Rien de plus capricieux que l'usage dans la dis-

tinction des cours d'eau sous les dénominations de fleuves ou de rivières. Aucune règle n'est rigoureuse. Avec la majorité des géographes, nous appellerons fleuve le cours d'eau qui aboutit à la mer. Cependant nous rencontrons alors des fleuves tellement petits que leur influence est nulle; quant à leur importance, ils la doivent aux évènements qui se sont accomplis sur leurs rives. Sans Sparte et Rome, l'Eurotas et le Tibre n'eussent pas été mis au rang des fleuves.

La rapidité et les directions successives d'un cours d'eau sont déterminées par la configuration du terrain. Le lit du fleuve résulte de l'action de l'eau sur le sol; son caractère dépend de la pente générale, de la répartition de cette pente entre les différentes vallées parcourues, et de la différence des terrains. Il résulte généralement de cette action des cours d'eau sur le sol que leur coupe longitudinale représente une courbe dont la branche s'allonge jusqu'à la ligne horizontale de la mer.

Tous les versants dont les eaux s'écoulent vers la partie la plus déclive de la vallée, composent le bassin du fleuve. Tous les cours d'eau dont la réunion forme le fleuve peuvent présenter autant de variétés que les vallées qui composent le bassin principal.

On comprend dès-lors que le caractère choro-

graphique d'un fleuve n'est pas constant dans toute son étendue, car une vallée appartient rarement à la même formation géologique. En outre, les plaines, les chaînes, les plateaux modifient ce caractère. Malgré des différences bien prononcées, on peut distinguer dans tous les fleuves, trois parties: le cours supérieur, le cours moyen, le cours inférieur. L'une d'elles peut quelquefois manquer. Toujours il se verse dans la mer au travers d'un delta ou dans un estuaire.

Les fleuves doivent au climat leurs différences les plus caractéristiques. La distribution de la chaleur, soit au pôle soit à l'équateur, influence les fleuves aussi bien que les plantes et les animaux. Dans les deux zônes extrêmes, les saisons sont marquées par l'état des fleuves. Dans la zône moyenne les transitions sont moins rapides, moins tranchées. Dans les zônes extrêmes, les basses eaux coincident avec la saison du repos; les hautes eaux avec celle de l'activité (1).

Dans la zône polaire le passage d'un état à l'autre est très-brusque; l'amplitude de ces mouvements est plus considérable sous la zône tropicale. Au nord, on a des débacles instantanées; entre les tropiques, des crues progressives, prolongées, puissantes.

(1) Kriegk. Schriften zur allgemeinen Erdkunde, et autres passages.

Dans la zône équatoriale, l'époque de la chaleur est celle des plus basses eaux, les grandes routes sont alors les lits des fleuves desséchés. La vie est suspendue, la végétation s'arrête, les feuilles tombent, les reptiles engourdis s'enfoncent dans la vase. A l'époque des pluies, on dirait que les pulsations des artères se font sentir dans le fleuve; il s'élève lentement jusqu'à l'inondation de sa vallée; la vie se réveille sous mille formes.

Dans la zône polaire, l'hiver est l'époque de l'immobilité des fleuves, de la chûte des feuilles, du sommeil des animaux. Le sol est durci profondément par la gelée. Les cours d'eau sont recouverts d'une croute de glace dont la surface polie présente la voie de communication la plus rapide. C'est ce qui a fait dire à Virgile:

> Concrescunt subitæ currenti in flumine crustæ,
> Undaque jam tergo ferratos sustinet orbes;
> Puppibus illa prius patulis, nunc hospita plaustris.
> *Georg.* l. III. v. 360.

Au retour de la chaleur, le fleuve gonflé par la fusion des neiges, brise sa prison, lance au loin des glaçons, entraîne avec la glace de fond les vases de son lit. Il déborde, mais rentre bientôt dans ses rives.

Sous la zône équatoriale, l'humidité, sous la zône polaire, la chaleur, rétablissent le mouvement.

L'homme n'est pas étranger à l'influence de cette saison d'activité, il célèbre par des fêtes la réapparition de la vie. Dans la zône équatoriale surtout, les fleuves, par leurs immenses débordements périodiques, exercent une influence dominatrice sur la nature entière et sur l'homme.

Dans la zône tempérée, où les pluies sont mieux réparties entre toutes les saisons, les fleuves cachent souvent leurs sources sous des masses d'eau congelée, dont la fusion prolongée entretient une régularité remarquable dans le régime des fleuves, à mesure que l'eau est plus nécessaire dans les plaines fertiles qu'ils arrosent.

Suivant à peu près la direction des lignes isothères, la limite de la zône polaire des fleuves s'infléchit vers le sud en allant à l'est, car, en Chine, les fleuves gèlent régulièrement jusque vers le 34e degré de latitude.

Le plateau de l'Asie est intermédiaire. Au nord, tous les fleuves appartiennent à la zône polaire, au sud à la zône tropicale. Les cours d'eau de ce plateau central ont pour caractère particulier de s'écouler dans des lacs, dans des mers intérieures, ou bien de se perdre sous des sables, qui doivent à ces eaux souterraines la végétation dont ils se recouvrent en certaines saisons.

L'Afrique, homogène en tout, l'est aussi quant

à ses fleuves. Tous appartiennent exclusivement à la zône tropicale et par leur position et par leurs caractères.

La distribution des espèces sur le globe est un mystère. Nous ne chercherons pas à le pénétrer, à expliquer pourquoi quelques espèces, quelques familles de plantes sont cantonnées dans certains espaces sans qu'on puisse l'attribuer à l'altitude ou à la constitution géologique, tandis que d'autres sont répandues sur toute la terre. Constatons seulement que chaque bassin de fleuve possède quelques espèces qui lui sont propres et ne franchissent pas les chaînes encaissantes. Lors de ses débordements le fleuve tend à propager ces espèces de haut en bas et d'une rive à l'autre. Ces végétaux, autant que la physionomie particulière au cours d'eau, impriment un caractère spécial à ses rives, et entrent pour beaucoup dans les ressemblances de deux bassins.

Il en est de même pour les animaux, un fleuve n'est pas une barrière. Les mêmes espèces habitent les deux rives. Elles suivent le cours d'eau dans leurs pérégrinations; c'est même en le remontant jusqu'à sa source qu'elles passent d'un bassin dans un autre.

Si une famille, une tribu de l'espèce humaine arrive dans une vallée, elle s'établit sur les rives

du fleuve. Elle y pèche le poisson, dont l'Océan lui envoie à certaines époques d'abondantes provisions. Aussitôt qu'un sauvage creusant un canot, a inventé l'instrument qui rendra l'homme maître du monde, il peut facilement traverser d'une rive à l'autre. Loin d'être une barrière, ce cours d'eau est une route commode. Cette eau qui, sans cesse arrive du haut de la vallée et fuit devant ses yeux, quels désirs réveille-t-elle en lui? Il veut connaître les contrées d'où elle vient et celles où elle va. Il le peut maintenant; il parcourt de grands espaces sans fatigue; le courant de cette eau est pour lui un guide sûr. Bientôt il connaîtra non seulement une partie du fleuve mais encore ses affluents. Il rencontrera d'autres tribus; il en résultera des rapports de confraternité ou des querelles et la guerre. Peu importe, ces tribus se resserreront s'organiseront, leur contact excitera chez elles le développement des facultés sociales.

Ce fleuve fournit à l'homme l'occasion de faire des observations importantes. Ses crues ou sa congélation périodiques coincident avec la température, avec les pluies, avec le retour de la végétation, avec le passage des oiseaux et des poissons voyageurs; elles le conduisent à coordonner, d'après les phases régulières du mouvement des eaux, tous ces phénomènes qu'il lui importe de prévoir.

Toutes ces tribus, soit mélangées, soit isolées, présenteront sur les deux rives une population homogène soumise aux mêmes influences, aux mêmes habitudes. Si des différences tranchées existent, on les remarquera entre les habitants de la partie supérieure et ceux de la partie inférieure du bassin. Le Guaraune amphibie perché sur le palmier Mauritia du delta de l'Orinoko, ne ressemblera jamais à l'habitant des Apures. Le Provençal différera toujours du Bourguignon et du Valaisan.

Cette population homogène développée dans un bassin n'en sortira-t-elle que poussée par la nécessité? sera-ce par trop de plénitude qu'elle débordera dans les bassins voisins? Non, l'homme même sauvage n'est pas mû par la seule nécessité de se nourrir. Il est comme l'enfant à l'aspect d'une chaîne de montagne; il veut voir le pays situé au delà. Quand il le faudra, il abandonnera son canot pour franchir les cataractes du cours supérieur. L'homme a hâte de connaître toute l'étendue du champ alloué à son activité; le *spiritus movens* le pousse toujours en avant. Dans une vallée nouvelle, il rencontrera des cours d'eau qui le ramèneront à son fleuve, peut-être aussi le conduiront vers d'autres climats et vers d'autres mers.

Dans les contrées sans fleuves, sans grandes

vallées, coupées par des Wadys temporaires, par des failles arides ou *fleuves sans eau* (1), ainsi que le disent les Arabes, le développement de la population suivra une autre direction. La tribu errante, la famille nomade sera la forme permanente de la société.

Un fleuve peut être considéré comme une cause déterminante de l'agglomération des populations. Les tribus, les familles se confondent dans la grande famille qui habite le bassin. Mais, avant d'entrer dans les détails, examinons quelles genres de rapports existent entre les fleuves.

1° Un fleuve peut être *isolé,* enfermé dans sa vallée. Tel est le Nil.

2° Des fleuves peuvent être *parallèles*. Tels sont le Mekaum, le Menam, le Saluen, l'Iravadi dans l'Indo-Chine. Tels sont les fleuves océaniens de l'Espagne.

3° *Embrassants*. Les sources et les embouchures sont rapprochées. Leurs cours sont opposés par leurs concavités. Tels sont le Hoang ho et le Yang-tse-Kiang en Chine, le Tigre et l'Euphrate.

4° *Convergeants*. Les sources sont éloignées et les embouchures rapprochées. Tels sont le Gange et le Brahamputra dans l'Inde.

(1) Bahr bila mâh.

5° *Alternes*. Leurs cours en partie parallèles se dirigent dans des directions opposées. Tels sont la Loire et le Rhône.

6° *Opposés*. Deux fleuves ayant leurs sources dans la même chaîne coulent vers différentes mers dans des directions opposées. Tels sont le Rhin et le Rhône, la Vistule et le Dniester, la Colombie et le Makensie.

7° *Divergeants*. A partir d'un massif où ils ont leurs sources, deux fleuves s'écartent sous un angle plus ou moins ouvert. L'Amur et le Jenisei, le Gange et l'Indus, le Rhône et le Po.

8° *Rayonnants*. Plusieurs fleuves ayant leurs sources dans une même chaîne, s'en éloignent sous différentes directions. Le Rhin, le Danube, le Po et le Rhône.

Si nous jetons maintenant un coup d'œil sur les différents centres de civilisation en commençant par l'orient ; nous verrons avec quelles dispositions fluviales ils coïncident.

L'un des plus anciens et des plus remarquables par le caractère de la civilisation, est sans contredit la Chine. Cette civilisation a commencé entre le Hoang-ho et le Yang-tse-Kiang, vers la partie inférieure de leurs cours, là où le pays est couvert d'un réseau de rivières et de canaux, dans le Honan. Cette grande Mésopotamie est à la lettre l'em-

pire du milieu ou le Tschung-Kue (1). Il a eu pour noyau le bassin de deux grands fleuves en rapport par leurs sources et par leurs embouchures. Il renferme des chaînes élevées et presque tous les climats. Il fournit des productions variées qui suffisent à tous les besoins physiques de ces troupeaux d'hommes. Les habitants sont restés isolés dans leur petit monde, dans leur immuable fatuité; pour eux les Barbares sont les peuples qui n'adoptent pas leur calendrier. Comme les deux fleuves se contournent en arrosant un bassin commun, de même ces peuples se sont replié dans leur égoïsme étroit, ils ont tourné dans ce cercle physique, et dans le cercle de leur organisation sociale, de leurs sciences, de leurs arts, séparés du monde ausssi bien par leur langue que par la configuration de leur territoire. De là résulte cette stabilité, cette immuabilité associée à une activité prodigieuse. Mais l'intelligence humaine a moins de part que l'instinct animal pour exciter cette activité dirigée exclusivement vers des intérêts purement matériels.

(3) De cette multitude de cours d'eau naturels et artificiels résultent l'action universelle du gouvernement, l'uniformité des mœurs, des usages, de la manière de vivre, des industries, des moyens de transport, etc.

L'empereur entretient sur les canaux 10,000 barques et 200,000 mariniers. Une partie notable de la population habite sur l'eau. Cette navigation intérieure a éloigné les Chinois de la mer dont ils ont horreur et avec raison, étant les plus mauvais marins du monde (H. Ellis. *Voy.*).

Vers la partie moyenne du cours du Gange, au-dessous de son confluent avec le Sone, nous observons un autre centre de civilisation non moins antique. L'empire des Prasiens fut le berceau du monde indien, et la célèbre résidence Palibothra brilla d'un vif éclat. Là se développèrent les langues, les écritures sacrées, les spéculations philosophiques des Brahmanes. Des communications faciles étaient ouvertes au sud jusqu'à Ceylon ; au nord, jusqu'à Cachemir et dans le bassin de l'Indus à peine séparé de celui du Gange. L'irradiation civilisatrice s'étendit jusqu'aux extrémités de l'Inde. Le domaine du fleuve est la patrie de l'Hindou (1). La déesse Ganga est l'objet principal du culte; les neiges qui recouvrent ses sources sont le séjour des dieux; son eau seule est pure, son eau seule est sainte, indispensable au culte. Toute la nature participe à cette sainteté; elle revêt toutes les formes, celles des pôles aussi bien que celles des tropiques ; chacune d'elles est pour l'Hindou une forme ou une attribut de la divinité (2). Ici la nature domine l'espèce humaine comme une mère, comme une nourrice; elle domine son corps et son esprit.

(1) Ritter Endkunde.

(2) Le mahométan Abu-Fazil s'écrie : « O toi qui recherches la sagesse, apprends ici que chaque point de la création est un temple sublime que la divinité a élevé, afin que l'homme n'erre pas inutilement pour arriver au but. »

Toute autre influence glisse sur l'Hindou sans le modifier. Alexandre et ses Grecs reçoivent sans rien lui donner; les Musulmans renversent ses temples dans des flots de sang, les Anglais s'attachent à lui comme une plante parasite; son inertie résiste, il embrasse le sol sacré, il prosterne son front dans le limon du Gange, il se purifie dans ses eaux, et reste toujours Hindou.

Cette contrée fut aussi la patrie de Buddha. Les persécutions des Brahmanes propagèrent le Buddhisme au nord et au sud de l'Inde, jusques dans la Chine et dans le Japon. Le Tubet lui dut sa civilisation. Ce plateau, élevé jusqu'à la région des neiges ayant reçu un alphabet avec sa religion, devint lui-même un centre de civilisation. Cette religion fut adoptée par les peuples du versant intérieur de l'Asie, mais elle n'a pu modifier cette vie nomade imposée par la constitution physique de ce versant fermé, et en partie sans cours d'eau.

La Mésopotamie, *la Syrie aux deux fleuves* (1) des Hébreux, s'offre encore à nous comme le siége remarquable d'une antique civilisation. La vallée dans laquelle elle est comprise verse ses eaux dans le Tigre et l'Euphrate, mais elle est ouverte au monde. Cette grande vallée est comme la con-

(1) *Aram naharaim*, Genèse XXIV, v. 10.

tinuation de la vallée océanique du golfe persique ; elle est une dépression entre les deux mers, une grande route entre l'Inde et l'Europe (1). Elle ne s'enfonce pas dans l'intérieur d'un vaste continent; elle est en rapport avec plusieurs mers. Rien ici n'est immuable ; des empires, des peuples se sont succédés et ont laissé, on peut le dire, plusieurs couches de civilisation.

Dans la vallée du Nil, l'Afrique nous présente un exemple peut-être unique et non moins caractéristique. Le tiers supérieur de ce fleuve isolé reçoit des affluents, puis pendant l'espace de 18 degrés, réduit à ses propres eaux, il doit parcourir et arroser sa longue vallée. Comme tous les affluents sont situés sous les tropiques, ses crues sont d'une régularité remarquable; elles sont le modèle de ce phénomène (2). La vallée, de toute part encaissée dans des déserts lui doit sa terre végétale et sa fertilité. Un tel type de fleuve ne se rencontre nulle part; l'Indus et l'Irawadi sont les seuls qui aient avec lui quelques ressemblances. Eh ! bien, l'Egyptien est un type unique; il est resté

(1) Ritter Erdkunde.

(2) Nilus in æstati crescit, campisque redundat
Unicus in terris Ægypti totius amnis :
Is rigat Ægyptum medium per sœpe calorem.

LUCRET. Lib. II.

isolé des autres peuples. Son développement, lors même qu'une colonie étrangère s'y serait établie, peut toujours être regardé comme un produit de la vallée. Plus que dans aucune autre, il doit tout au fleuve; toute la civilisation égyptienne est son œuvre. Chaque nôme avait bien son dieu particulier, mais toute l'Egype adorait Osiris, symbole du Nil fertilisateur, et Isis le symbole de la terre productive. Hors du fleuve saint, hors de la vallée, l'Egyptien ne voyait que le typhon des mers et celui des sables. Il ne s'en éloignait jamais, et la mer lui était interdite comme impure. Le fleuve était la seule route dont il fit usage. La saison des basses eaux était celle du travail; la saison de l'inondation est encore celle des voyages et des fêtes religieuses. Les centres de civilisation se succèdent de haut en bas : après Thèbes, Memphis, après Memphis, Alexandrie. Mais cette dernière au rivage de la mer impure n'est point égyptienne; ils la doivent à des étrangers. Dès-lors la prépondérance du fleuve cède à celle de la mer; la vallée mystérieuse est ouverte au monde, l'Egypte n'est plus l'Egypte, le Sphynx mutilé se cache dans les sables.

L'Asie-Mineure ne possède point de fleuves importants; mais ici les relations sont faciles avec trois parties du monde. Elle s'avance comme un pont

entre l'Orient et l'Occident. Cette partie de l'Ancien-Monde est unique par sa position au milieu de cinq mers : la mer Rouge, le golfe Persique, la Méditerranée, la mer Noire, la mer Caspienne, autant de grandes routes qui rayonnent dans toutes les directions. Un mouvement excentrique s'est propagé à tout le littoral de la Méditerranée, s'irradiant encore à partir de chaque centre nouveau. A peine la famille hellénique est-elle établie en Grèce, son développement est encore à l'état de mythe, que déjà elle attaque l'Asie-Mineure et l'Italie, elle connaît l'Egypte, elle pénètre dans la mer Noire. Il n'y a point de foyer permanent, stable, enfermé dans un bassin. On ne sait pendant longtemps qui l'emportera de l'Afrique ou de l'Europe. Les tourbillons de ce mouvement entraînent tout, même les dieux ; ils sont vainqueurs ou vaincus, conquis ou imposés.

Enfin, de cette contrée sans fleuves qui lie l'Asie avec l'Afrique, deux religions spirituelles dans leur essence, armées de l'esprit de prosélytisme, se sont élancées à la conquête de l'ancien continent. C'est dans le bassin de la Méditerranée que les populations européennes se sont exercées à la circumnavigation et à la domination du monde.

En Europe, aucun fleuve n'est prédominant : mais ils établissent des relations faciles du sud au

nord, de l'est à l'ouest. La civilisation pénétrant par le bassin du Rhône a passé dans ceux de la Gironde, de la Loire, de la Seine, du Rhin. A différentes époques, le Danube a été la grande route des peuples entre l'Orient et l'Occident. Il résulte de cette disposition rayonnée des fleuves, qu'il n'y a jamais eu de concentration dans un seul bassin, mais un mouvement du centre à la circonférence, un déplacement continuel. Ce mouvement a poussé ces peuples à une action extra-continentale, d'autant plus intense que leur patrie était dénuée de fleuves importants (1).

Les fleuves européens, réduits à de petites dimensions, entourés de la nature infime des zones tempérées, ont dû réagir faiblement sur les populations riveraines. L'homme ne pouvait rester longtemps le serf de la nature. L'indépendance de

(1) Le peuple italien a colonisé les rives de la Méditerranée et de la mer Noire. Les peuples de la presqu'île Ibérique ont dirigé leurs colonies sur le littoral de l'ancien et du Nouveau-Monde.

La civilisation européenne pénètre dans le continent américain par les colonies établies à l'embouchure de ses fleuves. Les Européens y sont arrivés armés de toutes pièces pour lutter contre la nature, et cependant en plus d'un point ils ont été vaincus par elle.

Le Nouveau-Monde nous offre l'exemple de fleuves encore imparfaits et composés d'une série de lacs. Dans les bassins de ces grands fleuves on retrouve encore les traces de civilisations éteintes ou interrompues dans leur développement par l'arrivée des Européens. Ces fleuves paraissent aussi avoir guidé les populations indigènes dans leurs migrations et dans leurs conquêtes.

l'esprit et le mouvement qui en est la manifestation la plus immédiate, ont toujours caractérisé les races européennes (1).

Encore quelques mots pour résumer ces rapprochements entre les bassins et les centres de civilisation.

Le fleuve de l'histoire couvre de ses flots les rives de la Méditerranée. Si nous essayons de remonter son cours, nous découvrirons toujours ses sources dans quelques bassins de l'Asie.

Si l'Asie est le berceau de l'humanité, de la civilisation, elle en est seulement le berceau, car après une longue série de siècles, elles y sont encore à l'état d'enfance. L'Europe seule peut en être l'école; après une jeunesse florissante, elles y atteignent l'âge de la force et de la reproduction. En Asie, le commencement historique des sciences est inconnu, l'art indien étonne comme l'arbre des Banians, mais le goût ne peut y lutter contre une nature accablante à force de bienfaits, contre une imagination dominée par le gigantesque. La science ni l'art n'ont pu y atteindre le développement de

(1) Hors de la vallée du Gange et de la presqu'île, il n'y a plus d'art indien. Hors de la vallée du Nil, il n'y a point d'art égyptien. L'art grec, l'art romain ont envahi le globe avec les races européennes. L'art chrétien, l'art arabe ou plutôt l'art musulman se sont développés sans distinction de bassins ou de climats, partout où ces deux religions ont modifié l'homme.

la jeunesse. Le despotisme de la nature aussi bien que le despotisme politique les tiennent enchaînés dans leur berceau.

L'immuabilité de la Chine, les castes de l'Inde, les nomades de la Tartarie, caractérisent les trois formes des sociétés de l'Asie, en rapport avec les types hydrographiques.

Dans l'Europe si remarquable par la divergence de ses fleuves, par les rapports multipliés des bassins, l'élément de la civilisation est la mobilité, le désir de communication, le besoin de propagation. L'esprit qui l'anime est éminemment démocratique; il a renversé les barrières des castes et des états, il veut envahir les peuples, il ouvre la carrière à l'intelligence européenne, grandie en force et en puissance par ses luttes incessantes contre la nécessité. Il a secoué le joug de la nature, il est émancipé. Il ne s'enferme pas dans une vallée; les forces physiques ne le font pas marcher dans une direction déterminée, soit vers l'Orient, soit vers l'Occident. Il s'attaque à tous les peuples, et, de gré ou de force, il veut les affranchir du servage de la matière.

N'avons-nous pas vu tous les peuples, arrivant de l'Asie dans les contrées de la mer Noire, se dépouiller des livrées de la nature asiatique et des religions propres à leurs races. Lorsque l'homme

franchit cette porte entre l'Orient et l'Occident de l'ancien continent, il acquiert la conscience de sa force, de son indépendance, de la prépondérance de l'esprit sur la nature physique; il est bientôt assimilé aux peuples préexistants en Europe.

Nous avons suffisamment indiqué, je pense, l'influence des fleuves sur les populations, sur la marche de la civilisation. Si les fleuves qui ont déterminé le développement des formes religieuses et politiques des sociétés sont *des organes de la terre* (1), leurs directions et leurs rapports sont de la plus haute importance. Changez le cours du Hoangho, et la Chine ne sera plus la Chine; faites converger le Gange avec l'Indus, et le monde indien sera modifié. Supposez que la Seine soit un affluent de la Loire ou du Rhin, et l'action de la France, comme membre de la famille européenne, ne sera pas ce qu'elle est aujourd'hui.

Si nous considérons les fleuves comme des corps de la nature, comme des organes chargés d'une fonction, nous dirons que les peuples l'ont aussi exprimé dans leurs langues. A leurs yeux, un fleuve sans eau est privé de la vie. Un bras du Rhône, desséché au XV^e^ siècle, est aujourd'hui appelé le *Rhône mort*.

(1) Ritter Erdkunde, asien, v. 1., p. 61.

Combien de noms de fleuves sont la personnification du cours d'eau caractérisée par ses qualités physiques et morales, s'il est permis de s'exprimer ainsi (1). Chez tous les peuples aussi ne rencontre-t-on pas des fleuves divinisés? Leurs sources, leurs confluents sont presque toujours des lieux vénérés et même consacrés à un culte (2).

(1) Si l'on fait abstraction des noms qui désignent simplement un cours d'eau, tels que : Rhein, Rhodan, Don, Ganga, Wadi, etc. on rencontre beaucoup de noms de fleuves qui sont individuels, tels que : *Tigre* (flèche), *Delichai* (le fou) en Perse, *Buggaur* (le dévastateur) dans l'Inde, *Tacazze* (le terrible) en Abyssinie, *Shior* (hébreux), *Amrhiri* Copte (le noir, le bleu) le Nil, *El Mobarek* (le béni) le Nil, *Abawi* (le grand fleuve) nom du Nil en Abyssinie, *Illinois* (adulte) en Amérique, *Nerbuda* (aimable) dans le Dekan, *Plata*, à cause de ses rives plates et des bas fonds, *Mississipi* (mère ou père des fleuves), *Connecticut* (long fleuve) Amérique, *Parthénios* (vierge) dans le Pont, *le fleuve des bouleaux*, nom fréquent en Sibérie, *Hoangho* (fleuve jaune) en Chine, *Kristna* (bleu) dans le Dékan, etc., etc. (Kriegk déjà cité).

(2) Les Chinois croient à des esprits protecteurs de leurs quatre principaux fleuves. Dans l'Inde, vingt-sept fleuves sont sacrés. Ganga est la déesse de la pureté, Yamuna est la fille du soleil ; leur réunion avec la Saresvati forme une triade sacrée servie par huit vierges, représentant huit affluents à l'extrémité inférieure du Duab, où est le lieu saint Allahabad, et le Prayaga (confluent) sacré. Les Hindous reconnaissent cinq Prayaga ou confluents sacrés : 1° de la Yamuna avec le Gange ; 2° du Bagrathi et de l'Alacananda ; 3° le confluent du Mandakni ; 4° celui du Pindar ; 5° celui de la Nandakini-Ganga.

En Egypte, le Nil est un dieu représenté par deux figures de femmes : l'une pour le Nil supérieur, l'autre pour le Nil inférieur. En Grèce, les naïades président aux sources, les potamides aux cours d'eau dans la plaine. Hesiode évalue à 3000 le nombre des fleuves-dieux, enfants de l'Océan et de Thétis.

Chez les Esthoniens et les Livoniens, le fleuve *Emmajokki* (la mère des eaux) ou *Embach* était sacré. Chez les Russes, le Dnieper et le Bug étaient

Si nous voulions entrer dans tous les détails que comporte cette question, l'étude du Rhône nous fournirait de nombreux exemples. Ce fleuve est remarquable par les deux groupes de cours d'eau qui le composent.

Le Rhône, proprement dit, dont les confluents sont éminemment alpins, a ses sources cachées sous des champs de glace, et son embouchure est sous le climat des oliviers. Son lit est toujours profondément encaissé, soit dans sa vallée longitudinale, soit lorsqu'il coupe les chaînes pour passer d'une vallée dans une autre. La vallée qu'il parcourt appartient aux Alpes dans tout son étendue. Son caractère est celui de tous les cours d'eau qui descendent des chaînes élevées. Sa vitesse est toujours grande; après les cascades du cours supérieur, il franchit de nombreux rapides. S'il se repose dans le sein d'un lac, c'est pour rugir au milieu des étranglements du Jura. Partout il frappe et ronge les obstacles qu'il n'a pu renverser encore. Des lignes grandes et sévères caractérisent toujours le paysage, soit que la poussière humide, lancée par le jeune fleuve au milieu de ses cascades, humecte les sombres obélisques des sapins et des mé-

des fleuves saints, les cataractes et les îles étaient des lieux de pélerinage. A Rostaw, on offrait des sacrifices au Don.

lèzes, soit que dans les plaines qui entourent les alpines, le feuillage glauque de l'olivier méditerranéen se distingue à peine de la poussière d'un sol calcaire.

La Saône, dont toutes les sources appartiennent à des chaînes inférieures, à des plateaux, à des collines, s'abandonne aux mouvements du sol; elle se modèle sur les contours mollement ondulés de sa large vallée. Ses sources qui surgissent sans bruit sont, par la main des hommes, enfermées entre des dalles de grès; un bois de chênes et de hêtres, sans doute consacré autrefois à sa nayade, protège d'une ombre épaisse sa première course vers les prairies qu'elle arrose pendant toute l'étendue de son cours. Partout on retrouve l'art dans les agréments d'un paysage dont les grandes lignes sont exclues. Le cours d'eau est complètement soumis à l'homme. Nulle part il ne lutte contre les obstacles; il les évite dans ses nombreux contours en harmonie avec la régularité de son mouvement. Si la Saône murmure en franchissant le barrage granitique qui traverse son lit dans notre ville, c'est au moment où elle abandonne à regret sa riante vallée pour perdre son nom avec la couleur de ses ondes.

Tels sont les deux cours d'eau de caractères si différents, dont la réunion compose le Rhône. De

l'opposition de leurs crues, de la différence de leurs vitesses respectives, résulte l'harmonie dans le régime du fleuve au-dessous de Lyon.

Si nous voulions étudier les productions propres à ce bassin, nous reconnaîtrions des familles, des espèces de végétaux distribuées symétriquement sur les deux rives. Sur les deux versants la latitude détermine leur succession, à partir du rivage de la mer jusqu'aux sommets des chaînes encaissantes.

Nous aurions à étudier les traces des races diverses dont se compose la population, les patois dont la couleur méridionale et latine diminue sur les deux rives, jusqu'à la partie supérieure du bassin. Toujours nous reconnaîtrions que les limites assignables à ces transitions, sont des lignes perpendiculaires et non parallèles à l'axe de la vallée.

Nous verrions comment, dès la plus haute antiquité, la civilisation méditerranéenne, la civilisation grecque, fait irruption par la partie inférieure du bassin. Nous y suivrions pas à pas la civilisation romaine, dont les colonies occupent successivement les centres politiques ou religieux des Gaulois.

Nous distinguerions surtout la jonction du Rhône et de la Saône où notre cité s'étend sur les deux fleuves. Comme les Prayagas du Gange, comme

les principaux confluents chez différents peuples, elle fut sans doute un lieu sacré pour les anciens Gaulois. Son importance politique et religieuse fut toujours grande, car les Romains y élevèrent un temple. L'image de ce temple est votre emblême. Vos travaux, autant que la prospérité de la cité, contribueront à perpétuer d'âge en âge la célébrité du sanctuaire érigé en ce point, où convergent les deux vallées, où nos deux fleuves viennent confondre leurs eaux.

REMARQUES

SUR

LES THÉORIES DE LA COMBUSTION;

PAR

M. TABOURIN.

En général, dans les sciences positives ou expérimentales et surtout en chimie, on attache beaucoup plus d'importance aux *faits* bien observés qu'aux théories trop souvent spéculatives ; cependant, lorsque ces théories sont simplement déduites des phénomènes connus dans le but de les rattacher à leurs causes productrices et d'établir entre eux un lien logique et naturel, elles acquièrent une certaine importance ; il en est de même lorsque ces théories, quoique hypothétiques, s'appliquent aux phénomènes fondamentaux de la science.

C'est à ce dernier titre, sans doute, que les théories imaginées pour expliquer le phénomène remarquable de la production du *feu*, ont joué dans l'histoire de la science un rôle si considérable. Les

anciens philosophes et les savants de toutes les époques se sont, en effet, toujours vivement préoccupés de la cause de ce mystérieux phénomène ; il il en est même, et des plus illustres, qui ont en quelque sorte consacré leur existence à son étude ; tels sont par exemple Sthal et Lavoisier, dont les théories vraies ou fausses sur la combustion ont grandement contribué à immortaliser le nom.

Le prestige de ce phénomène provient à la fois de ses caractères et de son importance : la combustion n'est pas seulement une combinaison chimique plus ou moins active et toujours intéressante par elle-même, mais c'est de plus une source de chaleur et de lumière. Or, le dégagement de ces fluides impondérables est pour l'homme d'un si puissant intérêt, qu'il ne faut pas être surpris des tentatives nombreuses qui ont été faites pour pénétrer la cause du phénomène de l'*ignition* et pour en déterminer les conditions les plus favorables. Les efforts ont dû redoubler depuis que les travaux de Lavoisier ont démontré la grande analogie qui existe entre la combustion et certains actes qui se passent dans les êtres organisés et desquels paraît dépendre immédiatement leur existence ; telles sont, par exemple, la respiration et la nutrition des animaux et même des plantes, qui, tout en déterminant les mutations matérielles qui ont lieu

dans ces êtres, leur assurent de plus une température spéciale et indépendante du milieu dans lequel ils vivent.

Par cela même que beaucoup de théories ont été proposées pour expliquer le dégagement de calorique et de lumière qui accompagne la combustion, il règne sur ce point important de la science une incertitude regrettable et qu'il serait utile de faire disparaître.

Ce sont ces motifs, joints à l'intérêt naturel qui s'attache à cette question et l'espoir de faire connaître quelque vérité nouvelle, qui nous ont déterminé à examiner ce sujet et qui nous feront pardonner, nous l'espérons, la témérité que nous avons d'aborder, même à titre d'essai, une question qui, par sa nature et son histoire, devrait être réservée aux maîtres de la science.

Nous n'avons pas, du reste, la prétention d'ajouter une nouvelle théorie à celles déjà trop nombreuses qui existent sur ce sujet. Notre rôle doit être et sera plus modeste : nous voulons seulement présenter quelques remarques sur le phénomène de la combustion en nous appuyant sur un principe particulier qui nous paraît de quelque valeur. Notre but principal, nous devons l'avouer de suite, c'est de démontrer que la théorie de Lavoisier a été abandonnée trop tôt, et qu'en y ajoutant le principe

que nous développerons, elle satisfait mieux que tout autre aux exigences de la science quand on examine les phénomènes de la combustion dans toute leur généralité, c'est à dire, dans les corps bruts et dans les êtres organisés.

Ce retour vers le passé ne doit pas être considéré comme un pas rétrograde : le progrès en général n'est pas soumis à l'ordre chronologique des siècles, et pour la science il se trouve du côté de la vérité, que celle-ci existe dans le passé ou dans les temps à venir. Aussi ces retours vers l'origine de la science sont-ils fréquents et deviennent-ils souvent la source de progrès utiles. C'est ainsi que les physiciens, en reprenant la théorie de Descartes sur la lumière, ont rendu de grands services à la science ; on peut en dire autant des médecins, qui reviennent généralement aux idées d'Hypocrate avec non moins d'avantages. Les chimistes, en suivant ce double exemple, ne sont point exposés à errer, d'autant plus qu'en revenant aux travaux de Lavoisier, c'est ramener la chimie vers sa source la plus naturelle et la plus pure, et que, bien loin de l'engager dans une fausse voie, c'est, au contraire, la remettre dans le sentier qu'elle a parcouru jadis avec tant de gloire et duquel on s'est peut-être déjà trop écarté.

Avant de faire connaître le principe d'où décou-

leront nos remarques sur la combustion, nous croyons devoir reproduire brièvement les principales théories qui ont été proposées pour expliquer ce phénomène, en ayant soin d'insister sur celle de Lavoisier, qui nous paraît la plus importante; enfin nous discuterons successivement les objections qui ont été adressées à cette dernière théorie :

1° Les anciens philosophes, grecs ou romains, ne voyaient généralement dans la combustion que la séparation d'un des éléments des corps, le *feu*, qui avec l'eau, la terre et l'air, était supposé constituer la matière pondérable.

2° Dans des temps beaucoup plus rapprochés de nous, Sthal, avec d'autres termes, adopta la théorie de l'antiquité; il ne vit aussi dans la combustion que la séparation d'un principe très subtil des corps, le *phlogistique*, malgré l'augmentation manifeste de poids que les corps acquièrent en brûlant.

3° Vers la fin du siècle dernier, Lavoisier, en pesant les corps avant et après la combustion, établit en principe que tous les corps en brûlant, non seulement ne perdent aucune de leurs parties constituantes, mais encore en acquièrent de nouvelles, comme l'indique l'augmentation constante de leur poids. — Ce phénomène, qui n'avait jusqu'ici reçu aucune dénomination spéciale, fut appelé par lui

combustion, nom qui a été par la suite généralement adopté.

D'après Lavoisier, la combustion, qu'il faisait le synonyme de combinaison, était l'union plus ou moins active de l'oxygène avec les corps simples non métalliques ou avec les métaux. L'oxygène était considéré comme le principe actif de la combustion, et recevait le nom de *comburant,* tandis que les corps avec lesquels il s'unissait étaient appelés *combustibles.* Lavoisier admettait deux degrés de la combustion : l'un avec dégagement de chaleur et de lumière, qu'il appelait *combustion active,* comme lorsque le charbon, le soufre, le phosphore, l'hydrogène et les métaux brûlent de l'oxygène ; l'autre, dans lequel le dégagement de chaleur est si lent qu'il devient insensible, c'est la *combustion lente*, réprésentée par l'oxydation des métaux à l'air.

Pour expliquer la production de chaleur et de lumière qui a lieu dans la combustion active, Lavoisier admettait : 1° que les corps sont formés de particules *matérielles* et du principe de la chaleur, le *calorique* qui maintient ces molécules, les unes à l'égard des autres, à une distance plus ou moins grande ; 2° que les gaz, en raison de leur faible densité, sont les corps qui renferment, sous un volume donné, le plus de calorique et le moins de substance

pondérable ; 3° que dans la combustion, le corps comburant l'oxygène, qui est un gaz, doit, en se combinant pour constituer des corps liquides ou solides, abandonner son calorique latent et produire ainsi du calorique et même de la lumière ; 4° que la grande quantité de calorique combiné que renferme l'oxygène, est indiquée presque d'une manière absolue, quand ce gaz se combine au phosphore, avec lequel il forme un corps solide dont le volume est excessivement faible relativement à celui de l'oxygène qui entre dans sa composition ; 5° enfin, que dans la combinaison de l'oxygène avec l'hydrogène et le carbone, les produits qui en résultent étant gazeux, on n'obtient qu'une partie du calorique contenu dans l'oxygène, puisqu'une portion doit être employée pour constituer les produits de la combustion à l'état gazeux.

4° Plus tard, Thomson, tout en admettant les principes de la théorie de Lavoisier, la modifia dans quelques points. Ainsi, ayant remarqué que certains corps dont l'affinité est très puissante, produisent, en se combinant à d'autres corps, même à la température ordinaire, beaucoup de chaleur et de lumière, il les mit dans la même catégorie que l'oxygène et leur donna le nom de *soutiens* de la combustion, tels sont surtout le chlore, le brôme et l'iode. Les autres corps conservèrent le

nom de combustibles comme dans la théorie de Lavoisier.

5° Vers la fin du siècle dernier et au commencement de celui-ci, les découvertes de Galvani et de Volta sur l'électricité, ayant fait une révolution dans les sciences physiques, les chimistes cherchèrent à s'assurer si, dans les combinaisons chimiques, l'électricité ne jouait pas un certain rôle ou même n'y avait pas la plus large part. L'expérience paraissant favorable à cette nouvelle vue, elle devint bientôt la base d'une théorie nouvelle qui admit comme principes : 1° que, dans toute combinaison chimique, les éléments qui s'unissent, se constituent dans des états électriques différents, l'un étant *positif* et l'autre *négatif;* 2° que ces états électriques opposés deviennent sinon la cause finale de la combinaison, au moins celle du rapprochement des molécules les unes des autres, en vertu de l'action attractive que les corps électrisés contrairement exercent réciproquement les uns sur les autres; 3° enfin, que la neutralisation des électricités de nom contraire des éléments chimiques, est la cause du développement de chaleur et de lumière qui accompagne beaucoup de combinaisons chimiques actives, ainsi que cela arrive lorsqu'on met en contact les deux réophores d'une pile voltaïque en activité. Cette théorie, appuyée de l'autorité

imposante de Davy, de Berzélius, d'Ampère, etc., fut d'autant plus aisément admise dans la science qu'elle est fondée sur des principes très-simples et qui semblent parfaitement conformes à l'observation et à l'expérience.

6° Enfin, les physiciens actuels, admettant généralement que le principe commun des fluides impondérables, l'éther, est contenu dans les intervalles des atômes de la matière comme dans le reste de l'espace, et que ce principe donne lieu aux phénomènes de calorique, de lumière et d'électricité, toutes les fois que les atômes des corps vibrent ou se déplacent; quelques chimistes considérant que dans les combinaisons chimiques, il y a déplacement et agitation moléculaire dans les corps qui s'unissent, ils ont cru devoir en conclure que ce sont ces déplacements atomiques qui deviennent la cause du développement de chaleur, de lumière et d'électricité que l'on remarque alors, en mettant en vibration l'éther contenu entre les atômes de la matière pondérable. C'est Ampère qu'on peut considérer comme le créateur de cette théorie qui compte quelques partisans parmi lesquels M. Baudrimont paraît être un des plus fervents (Voyez son *Traité de Chimie*, t. 1^er^, p. 161, etc.).

Telles sont les théories qui ont été proposées à diverses époques pour expliquer le développement

de chaleur et de lumière qui a lieu pendant la combustion. Il est aisé de voir par le rapide exposé que nous venons d'en faire, que deux seulement sont sérieuses et fondées sur quelques données expérimentales positives, celle de Lavoisier et la théorie électro-chimique. En les comparant entre elles, on est un peu embarrassé sur le choix, parce que l'une et l'autre sont fondées sur l'expérience et reposent sur des principes très-simples et en harmonie apparente avec les faits connus. Cependant celle de Lavoisier nous paraît mériter la préférence comme plus naturelle et plus simple que la théorie électro-chimique. Elle s'applique parfaitement à tous les phénomènes connus de combustion et surtout à ceux qui ont lieu dans les êtres vivants, la respiration des animaux par exemple; tandis que la théorie électro-chimique, qui explique aisément les combustions des corps bruts, ne saurait que difficilement être invoquée pour les combustions organiques. D'un autre côté, la théorie électro-chimique subissant tous les jours de nombreuses et profondes modifications, cela indique qu'elle ne repose pas sur des principes parfaitement déterminés.

Notre but principal étant de démontrer que la théorie de Lavoisier est la plus vraie, nous allons reproduire les objections principales qui ont été

adressées à cette théorie, et nous nous appliquerons ensuite à les réfuter d'après certains principes qui formeront la base de nos remarques. Quoique nombreuses, ces objections peuvent se rapporter aux trois chefs suivants :

1° On reproche d'abord à la théorie de Lavoisier de n'être pas assez générale, de s'appliquer exclusivement aux combinaisons oxygénées qui ne sont pas cependant les seules dans lesquelles se développent du calorique et de la lumière, puisque l'expérience démontre tous les jours que les chloroïdes et le soufre en produisent aussi en se combinant activement avec certains corps et surtout avec les métaux.

2° On comprend facilement, dit-on, que dans les combinaisons du phosphore, du bore, du silicium et des métaux avec l'oxygène, dont le produit est solide, il y ait dégagement de calorique et de lumière, parce que dans cette circonstance l'oxygène passant de l'état gazeux à l'état solide, il doit abandonner son calorique d'état et celui-ci devenir sensible à mesure que le gaz entre en combinaison et devient solide. Mais quand les produits de la combustion, au lieu d'être solides, comme dans les cas précédents, sont gazeux comme l'oxygène, ou même, lorsque les combustibles étant solides ou liquides et que néanmoins les produits sont encore aéri-

formes, on ne comprend plus le développement de chaleur et de lumière, parce que, dans ces cas, le calorique latent de l'oxygène étant nécessaire pour donner aux produits de la combustion l'état gazeux, il ne devrait pas devenir sensible. A l'appui de cette objection on cite la combustion du carbone, celle du soufre, de l'hydrogène par l'oxygène, celle de l'hydrogène par le chlore, et enfin celle de certains métaux par le soufre; toutes combustions dans lesquelles les produits sont ou semblables aux éléments unis ou plus gazeux que les combustibles.

3° Enfin, en comparant la capacité calorique des produits de la combustion avec celle des corps qui se sont unis, on trouve encore une objection grave à adresser à la théorie de Lavoisier ; si, dit-on, la chaleur spécifique des produits de la combustion était beaucoup plus faible que celle du comburant et du combustible, on comprendrait facilement le dégagement de calorique et de lumière, parce qu'alors une partie seulement de la chaleur latente du comburant passerait dans les produits formés pendant la combustion, et l'autre partie deviendrait sensible. Malheureusement il est rare qu'il en soit ainsi, et l'on remarque même « que dans les cas où la plus haute température est produite, lors de la combustion du carbone et de l'hy-

drogène, la chaleur de la nouvelle combinaison est presque aussi grande que la somme de celles des parties constituantes, comme cela arrive pour l'acide carbonique, ou même plus grande, comme cela a lieu pour l'eau (Berzélius, t. 1^er^, p. 141, 2^e^ édition française). »

Telles sont les objections principales qui ont été adressées à la théorie de Lavoisier, et auxquelles peuvent se rattacher toutes les autres. Avant de les examiner successivement et de les discuter, nous devons poser les principes sur lesquels devra s'appuyer notre argumentation.

Il est généralement admis en physique que la matière pondérable est soumise à l'influence de deux forces, l'une *attractive* et l'autre *répulsive*. La première tend à rapprocher les molécules des corps les unes des autres et à les maintenir dans une position fixe, c'est l'*attraction moléculaire* ou *cohésion*. La deuxième, au contraire, tend à éloigner ces molécules les unes des autres en luttant contre la cohésion, c'est la force *répulsive moléculaire* que l'on attribue au principe de la chaleur ou au *calorique*.

C'est du rapport de l'énergie de ces deux forces que dépendent, d'après tous les physiciens et les chimistes, les différents états sous lesquels la matière pondérable s'offre à notre investigation. Dans l'état *solide*, la force attractive semble prédominer

sur la force répulsive; dans l'état *gazeux*, c'est cette dernière qui l'emporte manifestement sur la cohésion; enfin, dans l'état *liquide,* les deux forces semblent se faire équilibre.

L'observation et l'expérience démontrent à chaque instant que la même substance peut prendre successivement les trois états de la matière et passer, par exemple, de l'état solide à l'état liquide, et de ce dernier à l'état aériforme; ou dans un ordre inverse, passer de l'état gazeux à l'état liquide, et de celui-ci à l'état solide. Il suffit, pour obtenir ces diverses transformations, de faire varier l'intensité relative des deux forces qui régissent la matière pondérable.

Or, on arrive aisément à ce dernier résultat en employant divers moyens que la physique et la chimie enseignent, et qui sont les uns *directs* et les autres *indirects* : 1° On augmente *directement* la force attractive en rapprochant mécaniquement les molécules des corps par la *pression*, puisque cette force croît en énergie en raison directe du carré du rapprochement des molécules. Indirectement on augmente aussi la cohésion en diminuant la force *répulsive* due au calorique, ce qu'on obtient facilement par le *refroidissement*. Aussi, à l'aide de ces deux moyens, *pression* et *refroidissement*, peut-on rendre la force attractive prédominante sur la

force répulsive et faire passer les gaz à l'état liquide et de ce dernier à l'état solide? 2° La force répulsive peut être augmentée *directement* en accumulant de la chaleur dans les corps, et *indirectement* en diminuant la pression atmosphérique qui presse tous les corps et qui peut être considérée comme un auxiliaire de la force de cohésion. C'est donc à l'aide de ces deux moyens, *élévation de la température* et *diminution de la pression atmosphérique*, qu'on peut transformer les solides en liquides et ces derniers en gaz.

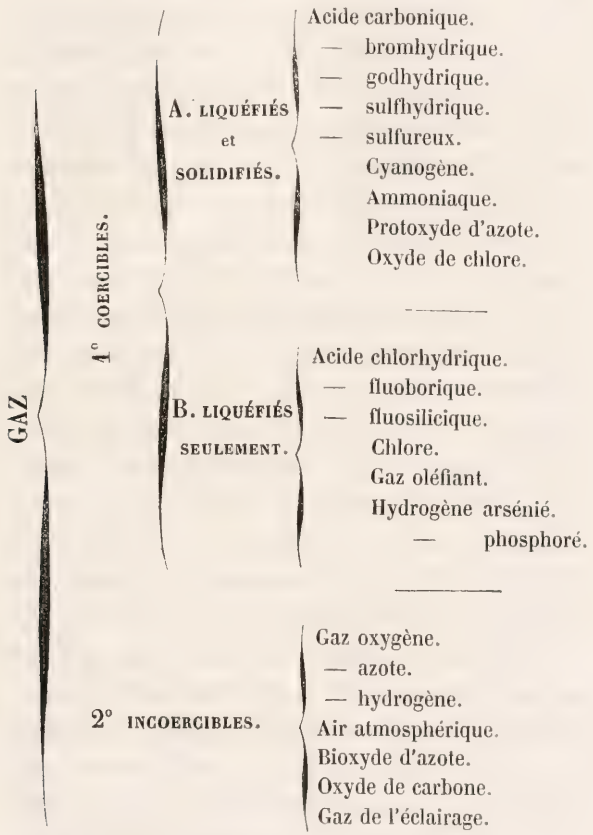
D'après ces principes, on doit donc admettre comme conséquence : 1° que les corps solides seront d'autant plus faciles à fondre et les liquides à gazéifier, que leur attraction moléculaire sera moindre et réciproquement, que ces corps subiront ces transformations avec d'autant plus de difficulté que leur cohésion sera plus énergique ; 2° que les gaz devront être d'autant plus difficiles à condenser en liquides ou en solides que leur force répulsive sera plus intense, ou, ce qui revient au même, que la quantité de calorique qu'ils contiennent entre leurs molécules sera plus considérable *et vice versa*.

Aussi les gaz sont-ils distingués, sous le rapport de leur condensation plus ou moins facile, en gaz *permanents* ou *incoërcibles*, et gaz *non permanents*

ou *coërcibles*. Les premiers, d'après les principes précédents, contiendraient donc beaucoup plus de calorique de constitution que les seconds, puisque la compression et le refroidissement qui condensent ces derniers sont incapables de changer l'état des premiers. Cette conclusion nous paraît donc toute naturelle.

C'est en nous appuyant sur ces principes très-simples de physique générale, admis dans la science comme des vérités démontrées, que nous espérons prouver la justesse de la théorie de Lavoisier sur la combustion et réfuter les objections plus ou moins sérieuses qui lui ont été adressées.

La coërcibilité ou la non coërcibilité des gaz devant jouer dans notre argumentation un rôle important, nous devons, avant d'aller plus loin, dresser sous ce point de vue un tableau de ces principaux corps, d'après les derniers travaux de Faraday sur la condensation des gaz (*Annales de Chimie et de Physique*, 3ᵉ série, t. xv, p. 257).



Nos principes étant posés, abordons maintenant l'examen des objections adressées à la théorie de Lavoisier, en suivant l'ordre déjà établi.

1° Lorsqu'on reproche à la théorie de Lavoisier

d'être trop circonscrite et de s'appliquer exclusivement aux combinaisons oxygénées, on est fondé en *fait* seulement, mais non en *droit*, car cette théorie repose sur des principes si logiques, qu'il eut été facile de l'appliquer à tous les cas de combustion que les progrès de la science ont fait connaître par la suite, ainsi que cela a eu lieu pendant longues années. Du reste, si Lavoisier eut vécu plus longtemps, il n'y a nul doute qu'il n'eût étendu les principes de son système à toutes les combinaisons possibles. Mais, à l'époque où il étudiait avec tant de génie les combinaisons oxygénées, la science chimique dont il est le créateur, existait à peine; d'un autre côté, Lavoisier n'étudiait pas la combustion sous le rapport physique ou chimique seulement, il l'étudiait aussi dans les êtres organisés, où, sous d'autres noms (*respiration*, *germination*), ce phénomène joue un rôle si important. Or, envisagée dans sa généralité, la combustion, même aujourd'hui que la science a fait des progrès si considérables, ne saurait être expliquée par une théorie plus logique que celle de Lavoisier.

2° Les objections qui ont été adressées à cette théorie relativement à l'état comparatif des produits de la combustion et des corps qui y ont concouru, étant les plus graves, nous distinguerons plusieurs cas ou catégories de faits, en allant des

plus simples aux plus compliquées, afin de rendre la discussion plus facile et plus claire. Ainsi nous examinerons successivement : A. Combustion entre un gaz et un solide avec produits solides. B. Combustion ou combinaison de deux corps habituellement solides ou liquides avec produits ayant le même état. C. Combustion de deux corps gazeux avec produit aériforme. D. Combustion entre un gaz et un solide avec produits gazeux.

A. *Combustion entre un gaz et un solide avec produits solides.* — Les exemples de ce genre de combustion sont nombreux; ils sont fournis par l'oxygène, qui s'unit activement avec le phospore, le bore, le silicium, etc., parmi les métalloïdes et avec les métaux, et par le chlore qui se combine avec ces derniers corps ; toutes combinaisons dans lesquelles les produits formés sont solides, et où le développement de chaleur et de lumière est toujours considérable. Ici, la théorie de Lavoisier n'est point en défaut, et tous les chimistes admettent avec elle que dans ces divers cas le calorique développé provient des gaz comburants (oxygène, chlore) qui, changeant d'état et passant de l'état gazeux à l'état solide, doivent abandonner le calorique latent qui les maintenait dans leur première forme. A mesure, donc, que les gaz entrent en combinaison et que leurs molécules prennent l'état solide en s'u-

nissant à celles des combustibles, le calorique, qui les maintenait hors de leur sphère d'attraction, doit devenir apparent et se dégager à mesure que cette dernière force, l'attraction, devient prédominante.

On peut expliquer de la même manière le développement de chaleur qui se manifeste lorsque l'eau se combine avec les oxydes anhydres de la première section (potasse, soude, chaux, baryte, strontiane) pour les transformer en hydrates. Dans ce cas, en effet, l'eau passant de l'état liquide à l'état solide, doit abandonner son calorique latent, comme l'oxygène et le chlore, dans les combinaisons que nous avons précédemment examinées.

B. *Combinaison de deux corps habituellement solides ou liquides avec produits ayant le même état.* — Le cas le plus remarquable de cette catégorie est la combinaison du soufre avec les métaux, dans laquelle le soufre est le corps comburant et les métaux les combustibles. Si on mélange, par exemple, de la limaille de fer, de cuivre ou de plomb avec du soufre sublimé et qu'on chauffe seulement jusqu'à fusion du soufre, le mélange devient tout-à-coup incandescent et les corps s'unissent avec dégagement considérable de calorique et de lumière, pour produire un corps solide comme eux. Dans ce cas, le produit formé ayant le même état que les corps qui se sont unis, on se demande d'où

provient le calorique qui se dégage durant la combinaison? Il provient évidemment du rapprochement des molécules malgré l'état solide du produit, car, comme l'observe M. Berzélius lui-même, « *La combinaison rapproche les atômes hétérogènes de telle sorte que dans un composé ils sont placés plus près les uns des autres que ne le sont les atômes homogènes sous l'influence de la force d'agrégation* (Berzélius, t. 1^er^, p. 48). On peut appliquer le même raisonnement au développement de chaleur qui a lieu lorsqu'on mêle deux liquides qui ont beaucoup d'affinité l'un pour l'autre, et qui donnent un produit également liquide (eau avec les acides, l'alcool, l'ammoniac, etc.), et généralement à tous les cas de combinaison avec élévation de température sans changement d'état dans les produits.

C. *Combustion de deux corps gazeux avec produit aériforme.* — Il existe deux exemples remarquables de combustion de ce genre : d'une part, dans la combinaison de l'oxygène avec l'hydrogène pour former l'eau, et, d'autre part, dans l'union du chlore et de l'hydrogène pour donner naissance à de l'acide chlorhydrique.

1° La combinaison de l'oxygène et de l'hydrogène pour former de la vapeur d'eau, est la combustion dans laquelle il se dégage le plus de chaleur; il résulte, en effet, des recherches de Dulong.

que pour la même quantité d'oxygène, l'hydrogène développe cinq fois plus de chaleur que le carbone. Le rapport est à peu près le même pour le phosphore, le fer, le zinc, etc., qui produisent pourtant en brûlant des composés solides, acides ou oxydes. Aussi l'hydrogène doit-il être considéré comme le plus précieux des combustibles, et sa combinaison avec l'oxygène comme le moyen le plus puissant que possède l'homme pour produire de la chaleur. A quoi tient donc cette production extraordinaire de chaleur? très probablement à ce que le gaz comburant et le gaz combustible sont l'un et l'autre incoërcibles et par conséquent, d'après les principes exposés précédemment, ils doivent renfermer des quantités considérables de calorique de constitution. Or, ce calorique doit nécessairement se dégager lorsque les deux gaz se combinent, parce que le produit qui en résulte, la vapeur d'eau, quoique aériforme et de même volume que ses composants, ne doit retenir qu'une petite quantité de chaleur, étant éminemment coërcible.

Cet exemple nous paraît surtout propre à faire voir combien il importe de tenir compte de la coërcibilité des corps gazeux qui entrent dans la combinaison ou qui en résultent, pour expliquer la production de chaleur qui accompagne plusieurs cas de combustion. Ici, par exemple, le produit for-

mé, la vapeur d'eau, étant gazeux et de même volume que les gaz qui lui ont donné naissance, si l'on ne considérait, comme on l'a fait jusqu'ici, que l'état des corps et non leurs propriétés intimes et mécaniques, on ne pourrait se rendre compte du développement considérable de chaleur qui a lieu, parce que le calorique latent des composants semble nécessaire pour donner au composé formé l'état gazeux et le volume de ceux-ci. Si au contraire on tient compte de la différence de coërcibilité qui existe entre les éléments gazeux qui se sont unis et le composé également aériforme qui s'est formé, la production de chaleur s'explique d'elle-même.

2° Lorsqu'on mélange à volumes égaux le gaz chlore et l'hydrogène, et qu'on les soumet à l'action de l'étincelle électrique ou des rayons solaires, ils se combinent brusquement avec production de chaleur et de lumière, et ils donnent pour produit du gaz acide chlorhydrique. Si on se demande encore ici d'où provient le calorique dégagé, on ne le comprend pas si on ne tient compte que de l'état physique des corps entrés en combinaison et de celui du produit; ce dernier, en effet, étant gazeux et de même volume que ses composants, il a dû employer à sa formation tout le calorique latent contenu dans ces derniers. — Mais si, au contraire, on examine la coërcibilité des éléments et du pro-

duit, on découvre de suite la source du calorique qui s'est dégagé pendant la combinaison. En effet, des deux éléments unis, il en est un, l'hydrogène, qui est incoërcible, et l'autre, le chlore, ainsi que le produit, l'acide chlorhydrique, sont coërcibles ; par conséquent, le calorique dégagé doit provenir de l'hydrogène, gaz incoërcible, qui a dû perdre beaucoup de calorique latent pour former, en s'unissant au chlore, un gaz coërcible, l'acide chlorhydrique, dont le calorique latent a pu provenir du chlore, qui présente exactement le même volume.

D. *Combustion entre un gaz et un solide avec roduits gazeux.* — La combustion du carbone et celle du soufre par le gaz oxygène, forment les deux cas les plus remarquables de cette catégorie et les seuls, par conséquent, que nous examinerons. Dans l'un et l'autre cas, le corps solide donne en brûlant un gaz, le carbone de l'acide carbonique ou de l'oxyde de carbone et le soufre de l'acide sulfureux. Malgré la forme gazeuse des produits de la combustion, il y a production d'une très grande quantité de calorique et de lumière. Quelle est la source de chaleur et de lumière dans cette circonstance ? Il est difficile de répondre catégoriquement à cette question à l'aide des anciens principes, car si un gaz, l'oxygène, est intervenu

dans la combustion et a laissé dégager son calorique latent à mesure qu'il est entré en combinaison, on peut se demander si ce calorique n'a pas été nécessaire pour transformer les combustibles, carbone et soufre qui sont solides, en produits gazeux dont le volume est à peu près le même que celui du gaz comburant. Cette supposition est d'autant plus naturelle, que quelques personnes, Legallois entr'autres, se sont étonnées qu'il y ait production de chaleur dans cette circonstance, à cause de la gazéification des combustibles, et elles auraient trouvé plus naturel qu'il se fût, au contraire, produit du froid.

Comme ces deux exemples de combustion et surtout celle du carbone, servant en quelque sorte de base à l'objection capitale qui a été faite à la théorie de Lavoisier, nous croyons devoir insister sur son compte. Cela, du reste, est d'autant plus naturel que cette combustion avec celle de l'hydrogène sont les plus importantes et celles qu'on étudie avec le plus de soin, soit dans les circonstances ordinaires, soit dans les êtres organisés.

1° Combustion du Carbone. — Le carbone qui brûle par le gaz oxygène, forme deux combinaisons : l'oxyde de carbone, Co, gaz incoërcible comme l'oxygène, ou l'acide carbonique, Co^2, gaz

qui est au contraire très coërcible puisqu'il peut devenir liquide et même solide par la pression et le refroidissement. Cette différence de coërcibilité dans les produits de la combustion du carbone en occasionne une très grande dans la quantité de chaleur qui se dégage selon que l'un ou l'autre de ces gaz prend naissance. Aussi l'expérience a-t-elle démontré que le carbone développe toujours plus de chaleur lorsqu'il brûle en produisant de l'acide carbonique que quand il donne sous le même poids, du gaz oxyde de carbone.

Il résulte, en effet, des recherches des physiciens et des chimistes, qu'un litre de vapeur de carbone, en se combinant à l'oxygène pour donner de l'acide développe 3929 unités de chaleur; un litre de vapeur de carbone pris à l'état d'oxyde de carbone dans un litre de cet oxyde, donne aussi par sa combustion un litre d'acide carbonique; mais il dégage 3130 unités de chaleur; la différence 3929—3130 = 799; donc un litre de vapeur de carbone, en se combinant avec un demi-litre d'oxygène pour former un litre d'oxyde de carbone, n'a dû développer que 799 unités de chaleur. C'est-à-dire que l'union du premier atôme de carbone a donné 799 et celle du deuxième 3130, presque quatre fois plus. Réciproquement quand un litre d'acide carbonique retombe à l'état d'oxyde de carbone il

absorbe 2331 unités de chaleur et l'on perd les trois quarts du combustible. Car on a pour résultat deux litres d'oxyde de carbone qui n'ont dû dégager chacun que 799 unités de chaleur ou en somme 1598; tandis qu'on aurait eu deux litres d'acide carbonique qui auraient donné 7858; perte 6260, à moins que l'on ne reproduise cette chaleur en faisant brûler l'oxyde de carbone (Pouillet, Traité de Physique, t. 2, pages 535 et 536, 2e édition).

Lorsque le carbone produit, en brûlant, de l'oxyde de carbone, il dégage donc pour chaque litre de gaz formé 799 unités de chaleur; or si la loi de Welter d'après laquelle, *la chaleur dégagée pendant la combustion est proportionnelle à la quantité d'oxygène qui est entrée en combinaison, quelle que la nature du combustible,* était exacte, la même quantité de charbon en s'unissant avec le double d'oxygène pour former de l'acide carbonique devait développer $799 \times 2 = 1598$ unités de chaleur seulement et non pas 3130 comme le démontre l'expérience. A quoi tient donc une aussi grande différence dans la quantité de chaleur produite dans les deux cas? D'après notre principe, cela tient à la différence de coërcibilité qui existe entre les produits formés dans les deux circonstances. Dans le premier cas, en effet, il se forme un gaz

incoërcible, l'oxyde de carbone, qui doit par cela même retenir une grande partie du calorique d'élasticité de l'oxygène, puisqu'il est incoërcible comme lui; dans le deuxième cas, au contraire, le produit formé, l'acide carbonique étant coërcible, il ne doit retenir qu'une petite quantité de calorique latent et par conséquent la plus grande partie de celui contenu dans le gaz comburant, l'oxygène peut se dégager pendant la combustion.

Ce qui tend à prouver que l'acide carbonique contient moins de calorique latent que l'oxygène malgré leur chaleur spécifique à peu près semblable, c'est que ces acides, en se combinant à une nouvelle quantité de charbon pour produire de l'oxyde de carbone, loin de développer de la chaleur comme le ferait le gaz oxygène pour produire le même corps, détermine, au contraire, un abaissement considérable de température. Ce fait a été constaté sur une grande échelle par M. Thelmen, ingénieur des mines, lors de ses recherches sur les gaz hauts-fourneaux. Il résulte, en effet, de ses observations que, dans ces grands appareils, la chaleur se produit principalement au niveau des machines soufflantes par la combinaison de l'oxygène de l'air avec le combustible (charbon) qui donne naissance à de l'acide carbonique, et que c'est précisément dans ce point que la température

est le plus élevée (zône de fusion). — A une petite distance au-dessus, il y a, au contraire, abaissement brusque et considérable de la température par suite de la transformation de l'acide carbonique en oxyde de carbone, absorption d'une certaine quantité de charbon. — Enfin, en remontant vers le geulard, la température s'élève de nouveau par transformation de l'oxyde de carbone en acide carbonique aux dépens de l'oxygène de l'air et de celui de l'oxyde de fer (zône de réduction). (Thelmen, *Annales des mines*. t. xx, p. 359, ou *Annales de physique et de chimie* 3e série, t. v, p. 143).

22° Combustion du Soufre. — Dans la combustion du soufre il y a toujours production d'acide sulfureux et d'une très petite quantité d'acide sulfurique; or, comme le produit principal, l'acide sulfureux, est un gaz très coërcible, nous ne devons pas, en adoptant nos principes, éprouver la moindre difficulté pour expliquer la chaleur produite pendant la combustion du soufre. Nous dirons donc que la chaleur produite provient de la différence de coërcibilité qui existe entre le gaz comburant et le produit de la combustion. En effet, le gaz oxygène, qui est incoërcible, doit renfermer beaucoup plus de calorique latent que le gaz acide sulfureux qui est très coërcible et c'est précisément cet excès de calorique latent qui devient sensible à mesure que la combu-

stion a lieu et que le gaz oxygène s'unit au soufre.

3° Chaleur spécifique. — Pour expliquer la production de chaleur et de lumière qui a lieu pendant la combustion, on a comparé la chaleur spécifique ou capacité pour la chaleur, des corps produits par la combustion avec celle des corps qui ont concouru à ce phénomène et sur ce rapprochement on a basé les raisonnement suivant : Si les produits de la combustion ont une capacité calorifique moindre que celle des corps qui sont entrés en combinaison. Ce développement de calorique sera tout naturel et proviendra évidemment de ce que le calorique latent des éléments, comburant et combustibles, n'a été retenu qu'en partie par les produits de la combustion et que le surplus s'est dégagé. Mais si, au contraire, la chaleur spécifique des corps formés est égale ou plus grande que celle des composants, on ne pourra plus expliquer le développement de chaleur et de lumière qui accompagne la combustion, puisqu'alors le calorique latent des éléments est passé entièrement dans les produits de la combustion. Or, comme dans les combustion les plus importantes, celles du carbone et de l'hydrogène, les produits de la combustion ont une capacité calorique ou égale (acide carbonique) ou plus grande (vapeur d'eau) que la somme de celles des composants ; on s'est cru en droit d'en conclure, con-

tre la théorie de Lavoisier, que la chaleur latente des corps entrés en combinaison et notamment celle de l'oxygène ne devait pas être celle qui se dégage pendant la combustion puisqu'elle doit passer entièrement dans les produits formés.

Quoique cette objection, à laquelle on a ajouté beaucoup d'importance, soit très grave, elle ne nous paraît pas de nature à infirmer la théorie de Lavoisier. Ceci ressortira, nous l'espérons, des considérations suivantes :

La capacité calorique des corps n'est pas encore fixée d'une manière exacte, et la détermination de celle des gaz, surtout, est environnée de tant de difficultés et d'un si grand nombre de causes d'erreur, qu'il est difficile d'admettre les chiffres actuels comme parfaitement exacts et définitifs, d'autant plus que les auteurs sont loin d'être d'accord à cet égard. Du reste, la chaleur spécifique des corps fût-elle déterminée d'une manière exacte, que cela ne suffirait pas pour expliquer le développement de chaleur qui a lieu pendant la combustion. En effet, ce qu'on appelle chaleur spécifique des corps et surtout des gaz n'est pas l'expression totale du calorique contenu réellement dans ces corps; c'est seulement l'évaluation approximative et comparative de la chaleur sensible qu'ils contiennent à chaque degré de l'échelle thermométri-

que, ou celle qui leur est nécessaire pour varier, sous le même poids, d'un certain nombre de degrés thermométriques. Il faudrait donc déterminer d'une manière plus complète la chaleur contenue dans les corps, avant d'appliquer les principes de cette méthode à l'explication du développement de chaleur et de lumière qui accompagne la combustion, et pour cela il ne faudrait pas seulement évaluer la chaleur sensible des corps, mais encore déterminer comparativement la chaleur latente des gaz ou leur calorique d'élasticité. Or, pour arriver à ce dernier résultat, il faut nécessairement faire changer l'état de ces corps, c'est-à-dire, les fluidifier et même les solidifier à l'aide du refroidissement et de la compression.

La condensation des gaz est, en effet, le seul moyen d'évaluer d'une manière complète le colorique d'état ou d'élasticité de ces corps, et malgré les difficultés inhérentes à ce moyen calorimétrique, il donnerait une idée plus complète de la chaleur de constitution de ces corps que ceux qui ont été mis en usage jusqu'à présent pour déterminer leur chaleur spécifique. Par ce procédé on n'évalue pas seulement la chaleur sensible des gaz, mais encore leur calorique latent, c'est-à-dire, celui qui représente dans leur substance la force répulsive, celui qui leur donne l'état gazeux et en entretient leur élasticité et leur tension;

car, à mesure que, par la pression et le refroidissement, on rapproche les molécules de ces corps, le calorique qui les maintenait à distance, c'est-à-dire, hors de leur sphère d'attraction, doit nécessairement quitter la substance du gaz et devenir sensible; en sorte qu'il suffirait d'évaluer la quantité de calorique qui se développe, pour un volume déterminé des différents gaz pris à la même température, lorsqu'ils passent de l'état gazeux à l'état liquide ou solide, pour dresser une table de leur chaleur latente spécifique ou comparative, comme cela a été fait à l'égard des vapeurs.

Il est vrai que, dans l'état actuel de la science, on ne possède d'autres moyens d'évaluer la chaleur de constitution des gaz, que ceux que l'on emploie pour condenser les corps, c'est-à-dire, le *refroidissement* et la *compression*. Ces moyens quoique très imparfaits, seraient cependant susceptibles de fournir une évaluation approximative et comparative de la chaleur latente des gaz, et cette évaluation, déjà commencée par M. Faraday, rendrait de grands services pour l'explication du développement de chaleur qui accompagne la combustion, et serait encore préférable, dans son imperfection, à celle de la chaleur spécifique des gaz.

Il serait donc de la plus grande utilité pour la science, que les physiciens et les chimistes, qui,

par leur savoir et leur position, sont à même de répéter et de continuer les expériences de M. Faraday, s'appliquassent à déterminer exactement le degré de refroidissement nécessaire pour condenser chaque gaz et la pression, évaluée en atmosphères, qu'il faut employer pour arriver au même résultat, c'est-à-dire, pour liquéfier ou solidifier chaque gaz simple ou composé. Ces moyens parfaitement déterminés et évalués en degrés thermométriques et en atmosphères pour chacun des gaz les plus importants, deviendraient eux-mêmes la mesure de la chaleur latente ou d'élasticité de ces corps, et permettraient de dresser, ainsi que nous l'avons dit, le tableau de la chaleur latente spécifique des gaz comme on l'a fait pour leur calorique spécifique ou sensible.

Ce tableau, ainsi établi, donnerait le moyen d'expliquer très facilement le calorique qui se dégage pendant la combustion ; il suffirait, en effet, de comparer la coërcibilité des gaz qui entrent dans la combustion comme comburants ou combustibles, avec celle des gaz qui sont produits par la combustion, pour avoir la clef du phénomène et pour comprendre le dégagement plus ou moins considérable de chaleur qui a eu lieu. Le tableau des chaleurs spécifique des gaz, il est aisé de le voir, ne saurait conduire au même résultat.

Des considérations qui précèdent, nous croyons pouvoir tirer les conclusion suivantes :

1° De toutes les théories de la combustion, celle de Lavoisier nous paraît la meilleure en ce qu'elle repose sur des principes simples et rationnels, et en ce qu'elle peut s'appliquer à tous les cas de combustion, soit inorganiques, soit organiques.

2° Le principe si fécond du dégagement du calorique latent sous l'influence du rapprochement des molécules des corps qui se combinent, doit être admis sans restriction et comme base essentielle de toute théorie sur le phénomène de la combustion.

3° Dans tous les cas où ce rapprochement moléculaire n'a pas lieu et où les produits de la combustion sont aussi volumineux ou présentent plus de volume que ceux qui leur ont donné naissance (hydrogène et oxygène, chlore et hydrogène, carbone et oxygène, soufre et oxygène, etc.), le dégagement de calorique et de lumière s'explique assez bien par la différence de coërcibilité qui existe entre les corps qui se sont unis et ceux qui ont été produits.

4° la chaleur spécifique ou capacité pour la chaleur, des corps, telle qu'elle est déterminée dans l'état actuel de la science, est insuffisante pour donner l'explication de la production de calorique et de lumière qui accompagne l'ignition et que, pour bien comprendre ce dégagement, il faut né-

cessairement remonter à la chaleur latente comparative des éléments gazeux qui entre en combustion ou qui en sont le produit.

5° Par ce dernier motif, il y aurait le plus grand avantage pour la science à ce que les expériences de M. Faraday, sur la coërcibilité des gaz, fussent continuées, et à ce que le degré de froid et la pression évaluée en atmosphères qui sont nécessaires pour condenser chaque gaz simple ou composé, fussent exactement déterminés.

6° Enfin, en ajoutant au principe du dégagement du calorique latent sous l'influence du rapprochement moléculaire, qui forme la base de la théorie de Lavoisier, le principe de la *coërcibilité* comparative des gaz qui entrent en combustion ou qui en résultent, on obtient une théorie qui nous semble répondre d'une manière satisfaisante aux exigences actuelles de la science.

Telles sont nos remarques générales sur les théories de la combustion. Notre plus grand désir c'est qu'elles ne paraissent pas trop indignes des précieux instants de l'Académie, qui a bien voulu s'associer, en quelque sorte, à la bienveillance dont m'honore un de ses membres, en m'admettant aujourd'hui en sa présence. Nous prions l'Académie de recevoir l'assurance de notre profonde gratitude et de notre entier dévouement.

SUR

LES TRAVAUX GÉOLOGIQUES

DE M. V. THIOLLIÈRE;

PAR

M. J. FOURNET (1),

Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon.

M. Victor Thiollière a soumis à l'appréciation de l'Académie sa carte géologique du département du Rhône. Chargé de rendre compte de ce travail, je vais tenter d'en faire comprendre l'origine, l'étendue et la portée.

Les célèbres auteurs de la carte géologique de la France, en livrant à la publicité l'immense réseau dans lequel ils venaient d'établir la continuité des grandes masses minérales de notre patrie, firent comprendre la nécessité d'une dissection ultérieure. Celle-ci doit préciser d'une manière plus rigoureuse les limites des formations et entrer dans les minutieux détails qu'une exploration sommaire ne peut comporter.

Plusieurs départements se hâtèrent de faire les

(1) Lu à l'Académie royale des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon, dans la séance du 10 août 1847.

frais de ces entreprises; dans d'autres elles furent abandonnées au zèle des particuliers. Animé du désir d'être utile à son pays, M. Thiollière se lança aussi dans la carrière.

Mais il s'agissait avant tout d'adopter le système le mieux approprié aux localités. Quiconque a un peu voyagé sait bien, en effet, que d'une contrée à l'autre tout change. Le climat, la végétation, les cours d'eau, les configurations des vallées, la forme des montagnes, la physionomie des plaines se modifient; aussi, l'on ne figurera pas à l'aide de couleurs, les roches si diversifiées du Jura avec la même facilité que l'ensemble presque monochrome de la Bresse; les Alpes ne s'exprimeront pas comme les vastes plaines de la Lombardie et nos montagnes lyonnaises si fécondes en phénomènes divers ne seront pas susceptibles d'être traitées comme l'uniforme système de la France centrale.

C'est assez dire que chaque forme, chaque structure d'un pays comporte pour ainsi dire une méthode spéciale qu'il faut nécessairement abandonner à la sagacité de l'explorateur. Cette méthode varie d'ailleurs avec l'amplitude de l'objet qu'on se propose de figurer. S'il s'agit d'une simple station, les moindres détails pourront souvent être exprimés par une carte d'une médiocre grandeur; s'il s'agit au contraire d'un royaume comme la France,

il arrivera que plusieurs ensembles, doués de propriétés différentes, devront nécessairement être contractés en un seul, autrement leurs dimensions seront exagérées, et par suite, certaines parties d'une carte deviendront fautives. C'est ce qu'ont fort bien compris les auteurs du beau travail dont la France s'honore, et, dès le début, nous avons déjà rendu justice à l'impulsion vers l'examen des détails qu'ils ont cherché à imprimer.

Un autre géologue, l'un des vétérans de la science, l'un des esprits les plus indépendants et les plus prompts à saisir le côté utile des idées, M. Boué, a, de son côté, émis le vœu que l'on arrivât à colorier géologiquement les plans cadastraux.

Cette pensée, pour le dire en passant, mérite de fixer l'attention des administrateurs, car si le cadastre doit représenter la propriété foncière avec la plus grande exactitude possible, il faut nécessairement faire entrer comme élément d'appréciation la reconnaissance géologique des différentes parties dont la surface du sol se compose. En effet, la valeur d'un hectare de marnes du lias, par exemple, à égalité d'altitude, d'exposition, de voisinage des eaux, etc., vaudra trois et quatre fois plus que la même étendue en calcaires oolithiques. Ainsi donc, le mode de classement dans lequel la géologie aurait part, serait par cela même plus exact et moins

sujet à l'arbitraire que l'expertise des répartiteurs qui opèrent en rangeant les champs sous quatre classes fondées sur le revenu présumé.

D'un autre côté, ne serait-ce pas une pensée digne d'une administration éclairée, jalouse du progrès intellectuel et matériel du pays qu'elle est appellée à gouverner, que d'ordonner le dépôt de ces renseignements géologiques dans chaque mairie? Non seulement les géologues voyageurs trouveraient ainsi sur les lieux des indications précieuses; mais encore les observations des gens instruits ou naturellement observateurs de chaque localité auraient enfin un point de rattachement et un moyen de se formuler en s'ajoutant à celles exprimées sur les tracés cadastraux. D'ailleurs, la géologie pourrait ainsi entrer pour quelque chose dans l'instruction des enfants de la campagne, et cela par l'intermédiaire des instituteurs communaux qui eux-mêmes en recevraient les idées élémentaires en comparant les données cadastrales avec le sol qui leur est familier.

C'est sous ces derniers points de vue que M. Thiollière a en partie envisagé la question; je dis en partie, car nous verrons bientôt qu'il a aussi su s'élever aux grandes conceptions théoriques. Pour le moment, ce qui précède a dû faire comprendre que divers tâtonnements préliminaires étaient inévi-

tables pour trouver le procédé le plus approprié à la confection de la carte géologique du département du Rhône. Ces essais l'ont conduit à adopter, pour la minute de cette carte, une très grande échelle, afin d'atténuer autant que possible les erreurs et les incertitudes des positions. Aussi son développement se compose de soixante feuilles originales qui seront ensuite réduites, pour la carte gravée, à un nombre d'autant moindre que la somme qui pourra être affectée aux frais de gravure sera plus faible. A l'échelle de 1 mètre pour 40 mille, la feuille que l'Académie a sous les yeux ne comprend que la 6^{e} partie du tracé total.

Ces bases peuvent paraître gigantesques ; mais on remarquera que les applications utiles des cartes géologiques diminuent en raison directe de la réduction de l'échelle qui a présidé à leur confection topographique. Non seulement il devient impossible de fixer les positions avec quelque précision, si les proportions sont très petites, mais on se trouve de plus dans la nécessité de supprimer une foule de détails importants, soit pour la théorie, soit pour la partie purement technique. Quelquefois, il est vrai, le géologue exercé peut suppléer aux lacunes, parceque son expérience lui a appris que tel mouvement du sol est l'indice d'un changement dans la nature des roches, ou bien encore parce qu'il

connaît les lois de leur disposition réciproque. Mais l'agriculteur, mais l'industriel dont le jugement s'est façonné à d'autres destinations, se trouvent fort embarrassés quand il s'agit de trouver un gîte qui n'est indiqué qu'avec une incertitude possible de plusieurs kilomètres.

Comment pourraient-ils, d'ailleurs, atteindre leur but lorsqu'une seule teinte désigne tout un ensemble de couches très variées par leur couleur, par leur texture, par leurs qualités bonnes ou mauvaises et que cet ensemble n'a d'autre lien commun qu'un système abstrait qu'on appelle une époque de formation? Des cartes ainsi construites, et il faut ranger dans cette catégorie la carte géologique de France, de pareilles cartes, disons-nous, ne sont donc utiles qu'aux géologues auxquels elles fournissent d'excellents moyens de raccordement; mais, pour les hommes de pratique, elles ne peuvent avoir de l'intérêt qu'en ce sens qu'elles sont destinées à provoquer des travaux plus détaillés sur chaque localité.

En définitive, éviter la reproduction banale de ce que l'on possède déjà, se rendre utile à l'agriculture et à l'industrie, telles sont les premières conditions que M. Thiollière a eu en vue, et l'on en a, entr'autres, une preuve dans l'empressement avec lequel le congrès vinicole, tenu à Lyon, s'est

empressé de publier les documents géologiques qu'il a pu lui fournir.

Si donc, dès à présent, l'on doit avoir acquis une idée suffisante de la manière dont M. Thiollière a cherché à payer sa dette au pays, il ne nous reste plus qu'à établir les services qu'il rend à la science théorique par ses reconnaissances locales, multipliées et détaillées jusqu'à une minutie apparente.

Dans cet exposé, nous n'aurons égard qu'aux seuls faits qui concernent un système de couches nettement définies dans l'état actuel de nos connaissances.

Soit donc l'ensemble qui s'est constitué pendant la durée d'une des plus grandes périodes géologiques, ensemble qu'on est convenu d'appeler le terrain jurassique. Il est composé de divers termes, les uns inférieurs savoir : le lias et l'oolithe; les autres supérieurs qui ont reçu les noms d'oxfordien, de corallien, de kimmeridien et de portlandien. Ce système forme une large ceinture autour du massif de la France centrale, et, dans sa vaste étendue, il prend successivement des physionomies diverses. Pour peu que l'on ait examiné les dépôts qui s'effectuent dans les mers actuelles, on conçoit même qu'il doit en être ainsi, car les affluents, les rivages, les grandes profondeurs, les

courants sous-marins doivent nécessairement introduire des modifications locales dans un régime général.

Une difficulté se présente donc immédiatement à l'observateur qui possède un premier point de départ, et cette difficulté est celle de savoir reconnaître les subdivisions correspondantes, quelques soient les dissemblances qu'elles présentent d'une station à une autre. C'est ici que la paléontologie dont M. Thiollière s'est aussi beaucoup occupé, lui a été essentiellement utile. Les espèces organiques, le test des coquilles conservées dans le sein des roches sont en effet autant de médailles que la nature y a enfouies comme à dessein pour marquer les époques successives de ses créations. Là où tous les autres caractères font défaut, là où des ordres d'architecture particuliers se substituent à ceux qui sont en vigueur ailleurs, il reste néanmoins une date imprimée sur la pierre, et cette date est donnée par la forme spéciale d'un mollusque conchylifère.

Ceci posé, voyons le parti qui a été tiré de ces indications et quelles sont les améliorations qui en ont été la conséquence.

Sur toute la rive droite de la Saône, depuis Dijon au nord jusqu'au Mont-d'Or lyonnais, la carte géologique de France n'indique que le premier étage jurassique au-dessus du lias. L'absence des

étages supérieurs sur un si long espace, faisait supposer qu'ils n'y avaient pas été déposés, car il était peu probable que les érosions eussent pu en opérer le déblai, sans en laisser çà et là au moins quelques lambeaux.

Or, pour expliquer cette anomalie d'un terrain privé de ses parties supérieures, il fallait compliquer la supposition première, par celle d'un mouvement opéré dans le bassin de réception, de manière à changer la circonscription du dépôt. Delà l'idée assez généralement admise que le jurassique inférieur de la rive droite avait été émergé du sein des eaux avant le dépôt de l'oxfordien dans le Bugey et dans le Bas-Dauphiné. C'était, comme on le comprend, un recours aux grands moyens, dont il faut éviter l'emploi, à moins qu'ils ne soient motivés par une série de documents divers. Heureusement pour la simplicité, M. Thiollière a reconnu que les parties supérieures étaient largement développées soit aux environs de Mâcon soit aux environs de Tournus; il a même pu, conjointement avec M. Sauvanau, dont nous déplorons la perte récente, déterminer près du village de Chevagny, à l'ouest de Mâcon, un lambeau du troisième étage offrant les nérinées et les ptérocéras caractéristiques du kimmeridien et du portlandien de la Haute-Saône. Il est donc hors de

doute que si les deux étages supérieurs manquent dans le département du Rhône, c'est uniquement aux érosions diluviennes qu'il faut en attribuer l'ablation après leur dépôt, et ce fait donne à lui seul une haute idée de l'énergie destructive avec laquelle le diluvium a agi dans nos contrées. Puisque l'occasion s'est déjà antérieurement présentée d'entrer devant l'académie dans de nombreux détails à ce sujet, il est inutile d'insister plus longuement sur un cataclysme dont la cause et le degré d'amplitude peuvent bien être l'objet de nombreuses controverses, mais dont les effets du moins se décèlent à chaque pas que l'observateur fait sur le sol de la contrée. Aussi suffit-il d'avoir fait remarquer combien l'étude détaillée des localités, combien cette étude, faite avec un certain esprit de généralisation, a été importante, puisqu'elle a ajouté des faits capitaux à notre géologie et anéanti à tout jamais quelques idées préconçues qui la compliquaient inutilement.

Si actuellement nous passons aux autres parties du bassin du Rhône, il sera facile de s'assurer que de semblables rectifications doivent encore être apportées au travail de MM. les ingénieurs des mines. Ainsi j'ai montré que, dans l'Ardèche, ce que la carte géologique de France indique comme appartenant au lias, dépend de l'oxfordien,

et il faut ranger notamment dans ce cas les gites importants du minerai de fer de la Voulte et de Veyras. Cette rectification a été, en quelque sorte, le point de départ de notables modifications dans la géologie du midi de la France.

M. Thiollière, à son tour, a reconnu que l'étage oolithique manque dans ce même département, et et que l'oxfordien y repose directement sur le lias. En même temps, l'oxfordien subit une transformation remarquable sur une grande portion de son épaisseur. Des calcaires compactes et parfaitement stratifiés prennent la place des roches marneuses connues dans les montagnes du Jura et dans le nord du département de l'Isère, sous le nom de calcaire à Scyphies et de marnes supérieures de l'oxford-clay. La grande assise de ces calcaires si solides et d'une texture si fine, dont la magnifique pierre de Crussol provient, offre dans le midi un horizon géognostique inconnu dans le nord du bassin du Rhône. C'est elle qui couronne, de ses vastes terrasses escarpées, les montagnes jurassiques des Coyrons dans l'Ardèche; celles des environs de Die et de Luc, dans la Drôme; celles du Coupé et du Cheval Blanc et celles de plusieurs autres sommités dans les Hautes et Basses Alpes, etc. C'est encore elle qui porte sur ses bancs verticalement redressés les citadelles de Sisteron et de Grenoble.

La détermination précise du niveau auquel appartiennent les calcaires de Crussol et de la porte de France, n'a pu s'obtenir que par l'étude des débris fossiles d'animaux marins qui y sont renfermés; car la série des couches présente encore un hiatus immédiatement au-dessus : la formation crétacée reposant sans intermédiaire sur le calcaire compacte. Or, la plupart des fossiles de cette assise sont bien les mêmes que ceux des marnes qui la supportent, et ils caractérisent partout l'étage oxfordien ; mais on y trouve en outre quelques espèces signalées récemment par M. de Buch comme appartenant spécialement aux couches jurassiques supérieures de la Crimée, des Carpathes et des Alpes lombardes. La réunion des unes avec les autres dans l'assise dont il s'agit, est un fait important en ce qu'il prouve d'abord que les couches citées par M. de Buch appartiennent à l'étage oxfordien, ce que l'on ne pouvait affirmer jusqu'ici, et ensuite que le jurassique du midi du bassin du Rhône forme la continuation de celui du bassin du Pô et des bords du Danube inférieur.

Dès-lors il devient probable que l'étage oolithique inférieur manque également dans toute l'étendue qui sépare les Cévennes de la Mer-Noire, et comme nous savons d'un autre côté, d'après MM. Murchison et de Verneuil, que cet étage n'existe pas non

plus en Russie, on peut déjà concevoir des doutes sur la valeur de cette division dans la généralité du système jurassique. L'étage moyen ou oxfordien, au contraire, est constamment représenté en Europe partout où la formation elle-même a pris quelque développement.

Les différences que M. Thiollière signale entre le type jurassique de la partie méridionale et celui de la partie septentrionale du bassin du Rhône forcent à admettre l'existence d'un barrage transversal qui se prolongeait en partant de Lyon et de Tournon à l'ouest, au moins jusque vers Chambéry à l'est. Il en résulterait par conséquent des tendances nouvelles dans le relief du sol à cette époque, peut-être une première influence de la Méditerranée dont le bassin aurait commencé à se circonscrire à dater de cette ancienne période géologique.

A ce coup d'œil général se rattachent d'ailleurs diverses considérations particulières. En comparant, par exemple, les modifications des diverses assises du système jurassique de notre bassin, M. Thiollière arrive à cette conclusion que ces modifications s'étendent suivant des directions à peu près E — O, c'est-à-dire transversalement à l'axe du bassin Rhône-Saône. Ainsi, l'on savait déjà par les travaux de M. Sauvanau que la grande oolithe dans le Bugey est principalement constituée par ce

que nous appelons à Lyon le choin de Villebois. Or, MM. Thiollière et Sauvanau ont reconnu qu'aux environs de Mâcon ce groupe possède la même texture compacte, et qu'il est accompagné des mêmes couches accessoires avec les mêmes fossiles que dans le Bugey. Voilà donc une bande bien caractérisée par son état spécial; mais davantage au nord, à Tournus d'une part, et, de l'autre, dans le département du Jura, aux environs de Lons-le-Saulnier, cette même subdivision affecte la texture oolithique ainsi que la couleur blanche qui est le type anglais, normand et alsacien de la grande oolithe. D'un autre côté, au sud, cette même manière d'être reparaît à Châtillon-d'Azergue, à Anse, de même qu'à Crémieux. Ainsi le choin de Villebois, cette pierre si précieuse par les monolithes qu'elle fournit aux colossales constructions de Lyon, cette pierre qui a motivé un genre d'architecture tout-à-fait exceptionnel, cette pierre est elle-même une exception jurassique, circonscrite dans une zone assez étroite, et transversale à l'axe de notre bassin.

L'autre modification dont nous avons déjà parlé, celle qui concerne l'absence complète de cette même grande oolithe, soit sous la forme de choin, soit avec la texture oolithique proprement dite, débuterait encore davantage au sud à la hauteur de

Valence, c'est-à-dire au midi d'une solution de continuité ou d'une lacune qui s'est jusqu'à présent soustraite aux investigations géologiques. Peut-être est-elle occasionnée par le pâté primordial qui, dérivé des annexes du Pilat, s'étend sur la rive gauche du Rhône, depuis St-Symphorien d'Ozon jusqu'à St-Vallier. En tous cas, ce qui est connu relativement à ces variations et à ces interruptions permet de supposer qu'elles ne sont pas déterminées par l'alignement des cimes du Jura, mais plutôt par une perpendiculaire à cet alignement. Et quoiqu'il y ait sans doute encore beaucoup à faire pour multiplier les exemples à l'appui de cette conclusion, elle présente déjà assez de probabilités pour mériter de fixer l'attention des géologues qui habitent notre bassin.

Ces indications, comme on le voit, concernent plutôt la géologie générale que celle du département. Mais, du moment que l'on s'attache à un point, il est essentiel de faire ressortir ce qui le distingue des points environnants, autrement la tâche est incomplète. Pourrait-on d'ailleurs approuver une œuvre toute concentrée en elle-même; sans harmonie, parce qu'elle n'est liée à rien; sans principes, parce que les principes ne se déduisent que d'un certain ensemble? Evidemment non! car, familiarisés avec les grandes conceptions scientifiques, nous en reconnaissons aussi l'utilité

ainsi que la portée, et dès-lors nous devons naturellement adopter, tout ce qui tend à amplifier le champ de nos connaissances.

Je ne terminerai pas ce résumé succinct des travaux de M. Thiollière sans rappeler ses précédentes recherches ainsi que les récompenses qu'elles ont valu à leur auteur.

Ce géologue a d'abord présenté à la Société d'agriculture sa carte géologique du Mont-d'Or lyonnais à l'appui d'un mémoire pour lequel il reçut de cette société la grande médaille d'or mise à sa disposition par madame la duchesse d'Orléans. Cette Société, profondément convaincue des avantages qui doivent découler de ses investigations, n'a d'ailleurs pas tardé à l'adjoindre à ses travaux en qualité de titulaire.

Plus tard l'Académie a couronné une autre mémoire contenant une description de plusieurs cantons du département. Par cette récompense dont tant d'ambitions se montrent satisfaites, l'Académie a fait plus qu'un acte de justice, elle a donné la preuve d'une heureuse communauté d'opinions et d'une confraternité scientifique avec la Société dont je viens de parler. Dans le travail présenté à l'Académie, M. Thiollière s'était attaché surtout à faire ressortir les caractères minéralogiques et paléontologiques du *ciret*. Cette roche, confondue

jusqu'alors avec diverses autres, a été définitivement classée par lui, et c'était faire un heureux début dans la science. Depuis, tout en étudiant comparativement les terrains secondaires dans les départements voisins et dans le nôtre, il a poussé plus avant le travail de sa carte. La feuille que l'Académie a sous les yeux ne comprend pas toutes les communes examinées par lui ; cependant elle offre un périmètre plus étendu que celui sur lequel ses travaux antérieurs avaient été communiquées, soit à la Société d'Agriculture, soit à l'Académie elle-même. Le travail de la gravure de cette feuille n'est qu'un essai qui n'a point satisfait M. Thiollière, et il n'a pas jugé à propos de s'imposer la dépense d'une exécution plus parfaite avant d'avoir demandé au département de concourir au moins pour une part à l'œuvre qu'il a courageusement et libéralement entreprise.

Quant à l'Académie, j'ai la conviction qu'elle continuera d'applaudir aux travaux de M. Thiollière, et qu'en lui donnant la faculté de les continuer dans son sein, elle contribuera à l'achèvement d'une des plus belles opérations géologiques de notre époque.

RAPPORT DE M. CHENAVARD,

A LA SÉANCE PUBLIQUE DE L'ACADÉMIE DE LYON, DU 12 JANVIER 1847,

sur l'invention d'une

MACHINE CYLINDRIQUE,

APPELÉE RAME-ARGOUD,

OPÉRANT SIMULTANÉMENT LA DESSICATION ET L'ÉTIRAGE EN LARGE

DES ÉTOFFES DE SOIE, LAINE ET COTON,

DESTINÉES A L'APPRÊT SUR LES SURFACES CIRCULAIRES

CHAUFFÉES A LA VAPEUR.

—

Messieurs,

« Parmi les inventions utiles qui sont l'objet des récompenses mises à votre disposition par le duc de Plaisance, on vous a signalé une nouvelle machine destinée à l'apprêt des étoffes de soie. La commission, chargée de vous fournir les documents qui peuvent fixer votre opinion sur le mérite de cette machine, s'est transportée dans le local où elle a été déposée. Son auteur, M. Giroud d'Argoud l'a fait fonctionner en présence de vos commissaires, auxquels il a donné tous les renseignements désirables à ce sujet. Nous allons essayer,

messieurs, de vous décrire cette nouvelle machine et de la comparer avec celles dont on s'est servi jusqu'à ce jour, et qu'elle est appelée à remplacer.

Après le tissage des étoffes, il reste dans leur contexture même une mollesse qui est le résultat inévitable du maniement continuel exercé par l'ouvrier sur son tissu à mesure qu'il l'exécute. La tension inégale des fils de la trame se fait remarquer sur la surface de l'étoffe, lorsque développée de dessus le rouleau elle est abandonnée à elle-même; alors on y reconnaît aisément une certaine ondulation et des inégalités dans la superficie, qui nuisent à son éclat et qui altèrent la pureté des dessins dont le tissu peut être orné. Ces inconvénients firent imaginer l'apprêt qui devait rendre à l'étoffe le brillant, l'égalité de surface et lui donner du soutien, sans en détruire la souplesse.

L'apprêt tel qu'il s'est fait jusqu'à ce jour, s'opère en fixant l'étoffe sur une machine appelée *rame de surface plane*, composée de deux barres en fer parrallèles, où sont fixées des aiguilles multipliées, dont la longueur est de huit, douze, et quelquefois vingt-cinq mètres. Les lisières de l'étoffe sont fixées aux aiguilles au moyen de battoirs. Les deux barres peuvent être rapprochées ou éloignées selon la largeur plus ou moins grande du tissu. Une

gomme en dissolution, mise à l'état de crême, est répandue sur toute la surface de l'étoffe, qui est tendue au moyen de vis, et aussitôt après cette opération, un vaste brasier de charbon de bois porté sur un charriot qui est placé au-dessous de l'étoffe est promené sans cesse d'une extrémité à l'autre de la rame jusqu'à ce que la dessiccation en soit parfaitement opérée. Quelque bien exécutées que soient ces diverses opérations, on ne saurait éviter ni les inconvénients qui peuvent résulter de l'humidité trop prolongée avant que l'étoffe soit desséchée par l'action du brasier ni le danger d'altérer certaines couleurs incompatibles avec le gaz qui se dégage par la combustion du charbon. Neuf personnes sont indispensables pour ce travail.

La machine inventée par M. Giroud d'Argoud, ingénieur-civil, est de surface cylindrique; elle diffère des anciens métiers à apprêter appelés *rames*, en ce que ces derniers sont de surface plane, et en ce que la dessication de l'étoffe s'y fait au moyen du charbon de bois incandescent. Elle est montée sur un battis, et consiste en un cylindre en cuivre chauffé à la vapeur, sur lequel sont adaptés deux cercles servant à diriger les aiguilles fixées au mécanisme étirant l'étoffe en large; les cercles sont reliés par des vis et mûs par une manivelle servant à les rapprocher ou à les éloigner selon la largeur

de l'étoffe qu'on apprête ; ils ne sont point parallèles dans toute la circonférence, mais ils s'écartent à mesure qu'ils s'éloignent du point de départ, c'est-à-dire du point où l'étoffe s'engage sur les aiguilles. Cette différence est de deux centimètres sur l'étendue de la demi-circonférence. Elle peut être augmentée ou diminuée à volonté. Pour donner l'apprêt, l'étoffe, en se développant de dessus le rouleau en souple, passe entre deux cylindres, dont l'inférieur est baigné dans un auget rempli d'apprêt, elle est ensuite présentée au cylindre en cuivre par deux personnes qui, en saisissant les bords, les dirigent sur les aiguilles. Une petite roulette, dont la circonférence est en forme de brosse, presse l'étoffe, et la fixe de chaque côté sur les aiguilles. Le cylindre en cuivre, chauffé à la vapeur, en attirant le tissu sur sa surface, opère simultanément l'étirage en large de l'étoffe et sa dessication au même instant où elle a été imbibée d'apprêt, le cylindre est entraîné dans son mouvement de rotation avec l'étoffe qui s'étend en long et en large d'une manière régulière et parfaite.

Ainsi se trouvent résolues, avec un immense avantage, les difficultés de main-d'œuvre qu'offre l'ancien système, savoir l'étendue du local limité aux dimensions habituelles d'une chambre, la réduction du nombre d'ouvriers, trois suffisant ici

au lieu de neuf qui sont nécessaires pour apprêter suivant l'ancienne méthode ; une économie de combustibles, la houille étant d'un prix moins élevé que le charbon de bois ; une répartition égale de la chaleur, répartition qu'on ne saurait obtenir lorsqu'elle est distribuée au moyen d'un brasier; la dessication presque instantanée après l'immersion dans la gomme; enfin l'absence du danger d'altérer certaines couleurs par l'effet du gaz acide carbonique. A tous ces avantages, il faut ajouter celui de préserver les ouvriers des émanations délétères qui s'échappent d'un vaste brasier de charbons ardents, et tout ce qui a pour résultat de ménager la santé si précieuse de nos ouvriers ne saurait manquer d'être accueilli par vous avec le plus vif intérêt.

Votre commission, Messieurs, a été vivement frappée de tous ces avantages, et sa conviction a été complétée par l'approbation des hommes spéciaux, apprêteurs, teinturiers et fabricants. Elle conclut à ce qu'il vous plaise de décerner à M. Giroud d'Argoud l'une des médailles d'or fondées par le duc de Plaisance en faveur des inventions utiles à la fabrique lyonnaise. »

A la suite de la lecture de ce Rapport, M. le Président a invité M. Giroud d'Argoud à se présenter

au Bureau ; en lui remettant la médaille qui lui était destinée, il l'a remercié au nom de l'Académie des progrès qu'il avait fait faire à l'industrie lyonnaise et l'a engagé à persévérer dans ses intéressantes recherches. Des applaudissements unanimes ont sanctionné la décision de l'Académie.

RAPPORT PAR M. CHENAVARD,

A LA SÉANCE PUBLIQUE

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, BELLES-LETTRES ET ARTS DE LYON,

LE 25 JANVIER 1848,

sur l'invention d'une

NOUVELLE MACHINE CYLINDRIQUE,

APPELÉE RAME-ARGOUD,

CHAUFFÉE A LA VAPEUR,

DESTINÉE A L'APPRÊT DES ÉTOFFES DE SOIE, LAINE ET COTON.

MESSIEURS,

Dans votre séance publique du 12 janvier 1847, vous avez couronné l'auteur d'une machine destinée à remplacer l'ancien système employé jusqu'alors pour apprêter les étoffes de soie.

Cette machine dont M. Giroud d'Argoud, ingénieur civil, est l'inventeur consistait, vous vous le rappelez, Messieurs, en un cylindre en cuivre supporté par un battis, sur lequel étaient adaptés deux cercles servant à diriger le mécanisme armé d'aiguilles sur lequel l'étoffe venait se fixer par l'effet du mouvement de rotation de la machine,

et se maintenait dans sa largeur jusqu'à son entière dessication.

Les nombreux avantages que vous reconnûtes dans ce nouveau système sur l'ancien procédé, et l'approbation des hommes spéciaux et les plus expérimentés dans l'art d'apprêter les étoffes, teinturiers, apprêteurs et fabricants vous déterminèrent à accorder à son inventeur le prix fondé par le duc de Plaisance.

Toutefois, le système à aiguilles déjà si utile dans la plupart des cas, n'était applicable qu'à certaines étoffes et non aux tissus fins et délicats qu'ils déprécient par les piqûres que les aiguilles laissent sur les lisières, les fabricants exigent que ces articles soient apprêtés aux rames à pinces.

Pour obtenir ce complément nécessaire, M. Giroud d'Argoud s'est livré à de nouvelle recherches, et, travailleur infatigable, à force de persévérance, il est parvenu à vaincre tous les obstacles et à calculer mathématiquement tous ces perfectionnements, et a heureusement résolu les difficultés que présentait l'application d'un système à pinces, au moyen de deux chaînes sans fin d'une forte tension disposées de chaque côté des cercles conducteurs; deux poulies fixées à ces cercles servent à diriger les chaînes sur le cylindre sécheur, qui saisissent et pincent les lisières de l'étoffe au

moment où elle vient d'être immergée d'apprêt, et ne l'abandonnent qu'après son entière dessiccation, en ne laissant sur les lisières aucune altération.

L'exécution de cette chaîne présentait elle-même des difficultés qui n'ont pu être surmontées que par des recherches sans nombre et par des études persévérantes, car il s'agissait d'appliquer un nouveau moyen de pinçage qui put saisir et tenir d'une manière solide le tissu jusqu'à son entière dessiccation, afin que l'étoffe moins prise sur un point que sur d'autres ne pût s'échapper par l'effet de la tension fortement exercée dans sa largeur pendant la dessiccation.

Disons en terminant, que cette nouvelle machine à pinces a été examinée avec un soin tout particulier, par votre commission, des expériences répétées ont été faites sous les yeux des hommes les plus compétents et tous ont été d'accord pour constater sa supériorité sur l'ancien système.

Votre commission, Messieurs, a reconnu que ce nouveau système de pinces au moyen de chaînes constituait une véritable invention et que l'inventeur méritait une seconde fois d'obtenir le prix dont dispose l'Académie en faveur des inventions utiles à la fabrique lyonnaise. Elle conclut à ce qu'il vous plaise de décerner à M. Giroud d'Ar-

goud l'une des médailles d'argent fondées par le duc de Plaisance.

M. le Président invite M. Giroud d'Argoud à se présenter au Bureau, le remercie au nom de l'Académie sur sa nouvelle invention et lui remet la médaille qui lui est destinée aux milieu de nombreux applaudissements.

DE L'UTILITÉ,

DE LA PUISSANCE ET DE LA RAPIDITÉ D'ACTION

DES FREINS

EMPLOYÉS

SUR LES CHEMINS DE FER,

ET DE QUELQUES APPAREILS DE CE GENRE,

PROPOSÉS

POUR ÉVITER LES ACCIDENTS QUI SE PRODUISENT SUR CES VOIES;

MÉMOIRE LU A L'ACADÉMIE DES SCIENCES, BELLES-LETTRES ET ARTS DE LYON,

DANS LA SÉANCE PUBLIQUE DU 10 AOUT 1847;

PAR M. G. PIGEON.

—

Notre âge, si fécond en belles et utiles découvertes, revendiquera, comme l'un de ses meilleurs titres à la reconnaissance de la postérité, l'invention de ces voies rapides qui, dévorant l'espace et pour ainsi dire annulant la distance, doivent établir des relations de plus en plus étroites et multipliées entre les citoyens d'une même patrie, ainsi qu'entre les différents peuples, et devenir le plus actif instrument de propagande des grandes doctrines de la fraternité humaine.

Avant la découverte de l'imprimerie, les produc-

tions de l'esprit humain n'étaient accessibles qu'à un petit nombre de privilégiés, presque tous intéressés à maintenir les préjugés et à épaissir les ténèbres profondes dans lesquelles était plongée l'humanité ; de même avant que la vapeur n'eût été rendue un moyen de transport, la cherté des déplacements, la perte de temps, les fatigues à subir faisaient que les voyages, cet indispensable complément de l'éducation, ces redresseurs de tant de préjugés, n'étaient à la portée que d'un petit nombre de personnes, gratifiées par le hasard de la fortune de suffisants loisirs ou qu'entraînaient l'amour de la science et le feu sacré des arts.

Cette facilité de déplacement, cette multiplicité de nouveaux contacts auront des résultats immenses, et l'on peut douter que la grande découverte du XV^e^ siècle ait plus influé sur la marche de la civilisation que ne le fera l'invention nouvelle.

Deux propriétés essentielles distinguent les chemins de fer des voies ordinaires : diminution considérable de résistance à la traction, facilité d'augmenter pour ainsi dire indéfiniment la vitesse. La première l'emporte au point de vue économique, et c'est d'elle que dépend surtout le bon marché des transports ; mais l'autre, grande ménagère du

temps, s'accommode mieux à l'impatience des désirs de l'homme, et elle est devenue pour ainsi dire le caractère des voies nouvelles.

C'est elle aussi qui fait leur danger.

Une triste condition de beaucoup d'inventions du premier ordre, c'est que le bien n'en puisse exclusivement sortir. Ainsi, la poudre, si utile dans les arts de la paix et dans les glorieux combats d'une cause juste, devient entre des mains perverses l'instrument du meurtre et de l'oppression; les mêmes caractères qui reproduisent les pensées grandes et généreuses, ne servent que trop souvent à propager le poison des mauvaises doctrines.

Aucun reproche pareil ne peut être imputé aux chemins de fer, véritables trophées de la paix; mais à la grandeur de leurs avantages, des esprits timides ou moroses se plaisent à opposer l'inconvénient du défaut de sécurité, et de véritables catastrophes sont venues donner une sorte de confirmation à ces craintes.

Il faut le dire, plusieurs de ces voies nouvelles ont été dans l'origine et se trouvent même encore de construction si imparfaite, qu'on est tenté de les comparer à ces armes à feu de forme vicieuse et dont on ne peut se servir sans craindre qu'elles n'éclatent entre les mains. Mais la rareté même d'ac-

cidents graves sur des lignes en mauvais état témoigne en faveur de la sûreté du système (1), et

(1) M. Locard, auteur d'un Mémoire substantiel et fort intéressant sur les moyens de prévenir les accidents sur les chemins de fer (Annales des Ponts-et-Chaussées, 2e série, 1843) cite une statistique anglaise, d'après laquelle, pendant l'espace de 17 mois, il n'y eut, sur 145,963 voyageurs, qu'une seule victime.

D'après le rapport présenté aux Chambres de Belgique, le 12 avril 1843, par le Ministre des travaux publics de ce royaume, le nombre de voyageurs sur le réseau des chemins de fer de Belgique fut de

421,439	en 1835 (8 derniers mois).
871,307	en 1836
1,384,577	en 1837
2,328,303	en 1838
1,952,731	en 1839
2,199,319	en 1840
2,639,744	en 1841
2,724,104	en 1842
Total pour ces 8 années : 14,431,524	voyageurs.

Or, le relevé des accidents survenus sur ces chemins de fer pendant la même période donne seulement :

5 voyageurs tués et 25 plus ou moins gravement blessés.

Le rapport est, comme on le voit, beaucoup plus faible que le précédent, et il est presque nul par rapport à celui qu'il faudrait appliquer aux routes ordinaires.

Le chemin de fer de Saint-Étienne à Lyon est encore à cet égard l'un des exemples les plus concluants qui puissent être cités. L'on sait que cette ligne, l'une des premières qui aient été exécutées en France, présente de grands vices de construction, et l'on y trouve en quelque sorte réunies les principales causes d'accidents, tunnels à une seule voie, faiblesse, force imparfaite et mauvais état d'une partie des rails, multiplicité de courbes d'un trop faible rayon, étroitesse de l'entre-voie, passage sur le bord d'un fleuve profond et rapide, insuffisance des clôtures, tonnage immense, etc. Sur un chemin pareil cependant et qui transporte chaque jour plus de 500 personnes en moyenne, il n'est encore arrivé, depuis dix-sept ans, qu'un seul accident grave qui ait causé la mort de voyageurs. Beaucoup d'autres personnes ont, il est vrai,

les relevés statistiques faits en Belgique, en Angleterre, en France, ont montré d'une manière péremptoire qu'aucune manière de voyager n'avait encore présenté des conditions de sécurité aussi grandes.

Beaucoup de circonstances sont susceptibles de causer des accidents sur un Chemin de fer : mauvais état de la voie, défaut de construction ou de solidité du matériel, manque de surveillance ou inintelligence de la direction. Aucune d'elle n'est toutefois de force majeure, toutes peuvent être évitées ; et, dans la plupart des cas, il ne saurait même y avoir de danger sérieux qu'en cas de grande vitesse.

De là l'extrême importance qu'il y a de pouvoir modérer à volonté et même annuler promptement la vitesse, soit pour prévenir une rencontre, soit pour atténuer les effets d'un choc ou d'un déraillement.

C'est dans ce but que l'on se sert de freins ou appareils d'enrayage qui, par la substitution du frottement de glissement au frottement de roulement, produisent une résistance additionnelle con-

été tuées ou mutilées sur cette ligne ; mais c'était lorsque la voie était ouverte à tout le monde et que les habitants des villes et villages que le chemin traverse pouvaient à leur guise s'y promener et même monter sur des wagons en marche.

sidérable, et tendent à amortir la vitesse de la marche.

Beaucoup de machines employées dans les arts sont pourvues d'appareils de ce genre, et ils ont été depuis longtemps appliqués aux voitures qui circulent sur les routes ordinaires.

Sur les chemins de fer, l'enrayage se fait ordinairement à la jante des roues d'une ou de plusieurs voitures du train. Un grand nombre des freins dont on s'est servi dans l'origine n'agissait que sur une roue de chaque essieu, soit en pressant seulement un des côtés de la roue, soit en s'appuyant sur les deux côtés à la fois.

Dans l'un et l'autre cas, la disposition était vicieuse, comme tendant à décaler les roues qui n'étaient pas directement enrayées, et lorsque la pression ne se faisait que d'un côté, il y avait de plus effort tendant à détruire le parallélisme des essieux.

Les freins dont il est ordinairement fait usage pour les voitures destinées au transport des voyageurs, agissent sur les deux roues d'un même essieu en ne pressant qu'un seul de leurs côtés.

Pour les voitures à quatre roues, ils se composent de quatre sabots, placés deux à deux de chaque côté, aux extrémités de bras de leviers. Chaque levier est fixé à une tige parallèle aux axes des

essieux et placée dans le même plan horizontal. Cette tige porte elle-même un bras de levier dont l'extrémité peut recevoir un mouvement de va et vient de la manivelle placée sous la main du conducteur, et suivant qu'elle est tirée dans un sens ou dans l'autre, les sabots se détachent des roues ou sont pressés contre elles.

Lorsque les roues sont rapprochées l'une de l'autre, comme il arrive dans les tenders ou dans les voitures montées sur six roues, on se sert encore avantageusement pour la manœuvre des sabots, de tiges articulées dont l'angle est susceptible de varier sous l'influence de la pression exercée par le conducteur. Que cet angle s'ouvre, comme il arrivera si l'on abaisse son sommet, et les sabots se rapprochent des jantes; que le sommet s'élève, au contraire, l'angle se ferme et les roues redeviennent libres.

L'action d'un frein dépend essentiellement du frottement de glissement qu'il détermine. Ce frottement qu'on désigne encore vulgairement sous le nom d'adhérence, est indépendant de la vitesse et de l'étendue des surfaces en contact, mais il varie suivant la nature et l'état de ces surfaces, et il est en raison directe de la pression qu'elles exercent l'une sur l'autre.

Le frottement agit dans tous les mécanismes à

l'encontre de la force motrice, et il est souvent cause de graves mécomptes dans l'évaluation du travail utile d'une machine. Il a été l'objet de nombreuses expériences faites par Coulomb, l'un des plus ingénieux physiciens du dernier siècle, et qui découvrit le premier les lois principales suivant lesquelles se produit cette force.

Ces recherches ont été reprises, en 1831, par M. Morin. Il y a appliqué les procédés de minutieuse exactitude qui caractérisent les nouvelles expériences de physique, et après avoir constaté la généralité des lois posées par Coulomb, il a dressé des tables qui, pour les diverses substances employées dans les arts, donnent le rapport du frottement au poids, rapport que l'on désigne ordinairement sous le nom de coefficient du frottement.

Lorsque l'une des surfaces glissantes est en bois, la résistance est maintes fois de plus de la moitié du poids, et elle agit d'une manière si énergique, que le bois prend bientôt feu. Entre les surfaces métalliques, le frottement est beaucoup moindre, et pour fer contre fer, ce qui est le cas ordinaire de la jante de la roue et du rail, la résistance ne dépasse pas en général la sixième partie du poids.

Aussi, les sabots en bois dont les freins sont armés, arrêtent-ils bientôt les roues, qui deviennent immobiles et glissent contre les rails. La ré-

sistance au mouvement ne dépend plus alors que de ce glissement, et elle ne saurait être moindre que $\frac{1}{10}$ du poids. Or, lorsque le roulement des roues se faisait en liberté, la résistance due aux frottements divers était égale à peine à 1/250 du poids : on voit de suite quelle énorme résistance a subitement produite l'intervention d'un frein.

Il est clair encore que l'énergie d'un appareil de ce genre est essentiellement limitée par le poids de la voiture à laquelle il est appliqué, et par suite tous les freins à surfaces frottantes de même nature produiront, quel que soit leur mode d'action, le même effet, dès qu'ils auront enrayé ou soulevé les roues.

Les résistances additionnelles que produit l'intervention des freins agissent comme forces retardatrices, et le train arrive d'autant plus vîte au repos qu'elles sont plus intenses.

Il s'en faut de beaucoup toutefois qu'elles soient susceptibles d'arrêter instantanément, même dans un intervalle très court, des voitures qui seraient animées d'une grande vitesse.

Soit, pour généraliser la question, un train pesant P kilogrammes et animé d'une vitesse V par seconde.

La quantité de travail qui a été consommée pour

vaincre l'inertie indépendamment des autres résistances est exprimée par la moitié de la force vive que possède le train, soit $\frac{1}{2} \cdot \frac{P}{g} V^2$, expression dans laquelle g représente la vitesse imprimée par la gravité dans la seconde prise pour unité de temps.

On sait que cette quantité variable avec la latitude et l'élévation du lieu au-dessus du niveau de la mer, est à Paris de $9^m,8088$.

Que la force motrice (machine, chevaux ou pesanteur) cesse brusquement d'agir sur le train, et l'inertie reproduira dans le sens du mouvement le même travail.

Prenant le cas particulier d'un train de 60 tonnes, animé d'une vitesse de 10 lieues à l'heure, on aurait $P = 60{,}000^{kil.}$, $V = 11^m, 111$.

Le travail moteur emmagasiné par l'inertie aurait par suite une valeur de 377400 kil. élevés à 1^m de hauteur, soit $377400^{km.}$

Pour une vitesse de 5 lieues à l'heure, le même travail serait de $94350^{km.}$ seulement ; mais pour une vitesse de 15 lieues, il s'élèverait à la somme de $832500^{km.}$

Or, si l'on suppose le train remorqué avec une vitesse uniforme sur une voie rectiligne et de niveau, la résistance vaincue par le moteur se composera :

1° Du frottement de première espèce des essieux dans leurs boîtes;

2° Du frottement de deuxième espèce qui s'exerce au pourtour des roues;

3° De l'effort que l'air oppose au mouvement des roues.

Le premier de ces éléments dépend du rapport des diamètres des fusées et des essieux, et pour les wagons ordinaires dans lesquels ce rapport est moyennement de 1/15, le graissage se faisant bien et d'une manière continue, on ne saurait l'évaluer au-dessous de 1/300 du poids des caisses et de leur charge.

Le deuxième élément dépend du diamètre des roues, à la racine carrée duquel il est inversement proportionnel (1). Il varie, de plus, en raison directe du poids du train, et pour des roues de dimensions ordinaires, bien cintrées, il n'excède pas en général 1/900 de ce poids.

Ces deux résistances sont, d'ailleurs, indépendantes de la vitesse, et sur un chemin de fer bien tenu, leur somme ne doit pas dépasser 1/250 du poids des trains.

(1) De nombreuses expériences faites par M. Dupuit, Ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées, ont confirmé l'exactitude de cette loi. Le calcul de l'effort qu'il faut exercer pour qu'une roue surmonte tel obstacle ou telle aspérité placée à son encontre, conduit théoriquement à la même conclusion.

Quant à l'effort opposé par l'air, il croît proportionnellement au carré de la vitesse et dépend du nombre et de la surface des wagons (1). Pour un convoi de 60 tonnes comprenant 15 voitures, y compris la locomotive, cet effort devrait, d'après les recherches de M. de Pambour, être évalué pour une vitesse de 10 lieues à l'heure à 160 kil.

Pour une vitesse moitié moindre, il ne serait plus que de 40 kil.; mais pour une vitesse de 15 lieues à l'heure, il deviendrait de 360 kil.

La résistance (2) cherchée serait par suite pour chacune des trois vitesses précédentes de :

400 kil., 280 kil. et 600 kil.,

et l'effet dynamique correspondant de :

4444 km., 1455 km. et 10000 km.

L'on voit par suite que le travail nécessaire pour vaincre l'inertie du train, est plus de quatre-vingts fois supérieur à celui que la machine développe régulièrement par seconde, quand le train marche avec une vitesse de 10 lieues à l'heure.

Le rapport serait sensiblement le même pour des

(1) L'on estime que dans un convoi composé de plusieurs wagons, la résistance que le premier d'entre eux éprouve de la part de l'air, dépend de la surface de projection qu'il présente à son encontre et de la longueur de la caisse. Pour les autres, cette résistance sera beaucoup moindre, et dépendra de leur écartement mutuel et de leur nombre.

(2) Sur les parties de la voie courbe et en rampe, il y aurait d'autres éléments de résistance dûs, soit aux frottements qui se produiraient dans le passage des courbes, soit à la pente qu'il faudrait gravir.

vitesses supérieures, mais il diminuerait pour des vitesses moindres. Ainsi, pour une marche de 5 lieues à l'heure, il ne serait plus que de 64, 8. Réduisant la vitesse à 1^m par 1 ", ce rapport tomberait au chiffre 12. C'est que, pour une faible vitesse, la résistance de l'air n'exerce que très peu d'influence, et que le premier terme du rapport croît alors comme le carré de la vitesse, tandis que le deuxième lui est seulement proportionnel.

Ces résultats montrent qu'aux vitesses ordinaires des chemins de fer, il existe une disproportion considérable entre le travail emmagasiné par l'inertie et le travail régulier de la machine pendant l'unité de temps, et l'on s'explique facilement dès-lors comment il faut en général un assez long intervalle pour qu'un train partant d'une station à laquelle il vient de s'arrêter, reprenne sa vitesse normale.

Cet intervalle serait facile à calculer, si l'on admettait que l'effort du moteur demeurât constant ainsi que celui de la résistance.

Soient F et R ces deux forces, M la masse du train sur lequel elles agissent en sens contraire et G la vitesse qu'elles lui imprimeront à la fin de l'unité de temps; l'on a $F - R = M G$ (1).

(1) Le mouvement du train peut être regardé comme un cas particulier du mouvement d'un corps solide entièrement libre dans l'espace, et les mêmes formules lui sont applicables, en y ajoutant, toutefois, la

Prenons le cas d'une machine dont les cylindres auraient un diamètre d, une course l, et dans lequel la vapeur fonctionnerait à une pression utile de n atmosphères. Soit en outre D le diamètre des roues motrices.

L'effort exercé par la vapeur sur chaque piston sera donné par l'expression $\frac{\pi d^2}{4} \times 10334 \times n$, et l'on aura pour valeur de l'effort rapporté à la jante des roues motrices

$$F = 10334 \times k \frac{n d^2 l}{D}$$

K représente un coefficient de réduction, au moyen duquel on tiendra compte des frottements particuliers aux pièces mêmes de la machine (tiroirs, excentriques, piston, etc.)

Soit pris l'exemple d'une machine dans laquelle on aurait

$$d = 0^m,30 \; l = 0^m,45 \text{ et } D = 1^m,41$$

Réduisons, en outre, à 3 atmosphères la valeur

condition de s'appuyer constamment sur un plan fixe. Or, l'on sait que le centre de gravité d'un pareil système se meut dans l'espace, comme si toutes les forces y étaient appliquées chacune suivant sa direction. Il suit que si ces forces sont indépendantes des distances réciproques des différents points du système, le mouvement de ce centre sera lui-même indépendant des mouvements des autres points.

Il en est ainsi dans le cas qui nous occupe, et l'on ne conçoit pas comment plusieurs auteurs, pour déterminer la vitesse du centre de gravité, ou, ce qui revient au même, la vitesse du train, ont fait intervenir les moments d'inertie des roues par rapport aux axes de rotation.

de la pression effective moyenne dans les cylindres, laquelle est forcément bien inférieure à la pression de la vapeur dans la chaudière, accusée par le manomètre. Posons, de plus, $k = 4/5$ (1), il vient

$$F = 680 \text{ kil.}$$

Admettons encore que le convoi pèse 60 tonnes, et que la résistance à la traction soit égale à $\frac{1}{250}$ du poids, l'on a

$$M = 6116 \text{ et } R = 240 \text{ kil.}$$

D'où l'on déduit :

$$G = \frac{F - R}{M} = 0{,}072$$

Soit représentée par V la vitesse normale du train et nommons t le temps nécessaire pour que le train, sous l'influence de la force accélératrice constante F — R, passe du repos à cette vitesse, on a

$$t = \frac{V}{G}$$

Pour des vitesses de 5, 10 et 15 lieues (2) à l'heure, on a

(1) Si l'on ne donne pas à K une valeur plus faible, c'est que l'on a déjà tenu compte d'une cause essentielle de réduction de la force, en fixant seulement à trois atmosphères la pression effective dans le cylindre.

(2) Il n'est pas besoin de remarquer que pour de grandes vitesses, telles que celle de 10 lieues, et à fortiori celle de 15 lieues à l'heure, les locomotives n'ont pas en général une puissance de vaporisation telle qu'elles puissent produire, d'une manière continue, un effort de 680 kil. Mais dans le cas du train ordinaire pris pour exemple, la réali-

$$V = 5^{m},55 \qquad 11^{m},11 \qquad \text{et } 16^{m},66$$

Les valeurs de t correspondantes sont, par suite, de

$$77'' \qquad 154'' \qquad \text{et } 231''$$

Quant aux espaces parcourus, ils sont donnés par la formule $E = \frac{G\,t^2}{2}$, et l'on en déduit comme correspondants aux vitesses données les trois intervalles

213 852 et 1917 mètres.

Comme l'on n'a pas tenu compte de la résistance de l'air, il suit que ces valeurs de E sont en réalité trop petites, surtout lorsqu'il s'agit de trains marchant à grande vitesse.

Cette résistance est en effet proportionnelle au carré de ce dernier élément; et par suite, G ne saurait être un nombre constant.

Soit v la vitesse du train à tel moment donné, αV^2 représente l'effort opposé par l'air, et dv est la variation de vitesse pendant le temps infiniment petit dt. Le coefficient différentiel $\frac{dv}{dt}$ exprime la vitesse acquise pendant l'unité de temps, et l'on a

$$M\,\frac{dv}{dt} = F - R - \alpha V^2$$

sation d'un pareil effort ne serait nullement nécessaire, puisque l'effort de la résistance n'a été porté qu'à 240 kil. Seulement, la diminution de l'effort F à mesure que s'accroît la vitesse, ferait que le train mettrait, pour acquérir les vitesses extrêmes, plus de temps que ne l'indique la formule.

D'où l'on déduit par intégration

$$t = \int \frac{M\,dv}{F - R - \alpha v^2} = \frac{1}{2} \frac{M}{\sqrt{\alpha (F-R)}}\, l\, \frac{\sqrt{4\alpha(F-R)} + 2\alpha v}{\sqrt{4\alpha(F-R)} - 2\alpha v} + \text{const.}$$

Déterminant la constante par cette considération qu'à l'origine du mouvement et lorsque $t = o$ on a $v = o$, l'on trouve que le temps et la vitesse sont liés par l'équation

$$t = \frac{1}{2} \frac{M}{\sqrt{\alpha (F-R)}}\, l\, \frac{1 + v\sqrt{\frac{\alpha}{F-R}}}{1 - v\sqrt{\frac{\alpha}{F-R}}}$$

laquelle équation se transforme aisément en la suivante :

$$v = \sqrt{\frac{F-R}{\alpha}}\, \frac{e^{2t\frac{\sqrt{\alpha(F-R)}}{M}} - 1}{e^{2t\frac{\sqrt{\alpha(F-R)}}{M}} + 1}$$

La quantité e représente la base du système des logarithmes hyperboliques ou népériens, auxquels se rapporte le signe l des formules (1). Elle est égale au nombre 2,718282.

(1) Pour rendre la formule calculable au moyen des tables de logarithmes ordinaires, il suffit de diviser le second membre par le logarithme ordinaire de e soit 0,43429, ou, ce qui revient au même, de le multiplier par le nombre 2,3026.

Si l'on continue à prendre le même train pour exemple, on a

$$M = 6116 \quad F - R = 440 \quad \alpha = 1,3$$

On déduit que les vitesses successives de

5,55 11,11 et 16,66 mèt.

ne pourraient être acquises que dans les temps

80 179 et 387 secondes.

La formule qui donne la distance parcourue avant d'atteindre telle vitesse déterminée se déduit des précédentes.

Soit en effet $d\varepsilon$ la différentielle de cette distance, l'on a

$$d\varepsilon = v\,d\,t = \frac{M v dv}{F - R - \alpha v^2}$$

L'intégration donne

$$\int \frac{M v dv}{F - R - \alpha v^2} = -\frac{M}{2\alpha} l \left\{ \frac{F - R}{\alpha} - v^2 \right\} + \text{const.}$$

Comme à l'origine du mouvement la vitesse est nulle, la constante se détermine, posant $\varepsilon = o$ et $v = o$, et l'on a

$$\varepsilon = -\frac{M}{2\alpha} l \frac{F - R - \alpha v^2}{F - R} \quad (b)$$

L'on trouve ainsi que le train ne pourrait atteindre les vitesses successives de

5,55 11,11 et 16,66 mètres.

qu'après avoir parcouru les distances de

225 1066 et 2978 mètres.

Si l'on compare les résultats obtenus en tenant et sans tenir compte de la résistance de l'air, l'on voit quelle part considérable d'influence cet effort acquiert avec l'accroissement de la vitesse. Il impose, en outre, à cet accroissement une limite déterminée, et il est clair que le mouvement deviendrait uniforme pour une valeur de v, telle que $\alpha v^2 = F - R$.

La vitesse s'approche continuellement de cette limite, mais ainsi que l'indiquent les formules (a) et (b), elle ne pourrait rigoureusement l'atteindre qu'après un temps infini.

Elle n'en différera pas sensiblement toutefois, après un temps très-court en général, et d'autant moindre que la force de la machine sera plus faible, le poids du train plus fort et la surface exposée à l'effort de l'air plus considérable.

Dans le cas pris pour exemple, cette limite correspondrait à une vitesse de 18^m, 4 par 1" ou d'environ 16 lieues à l'heure ; mais si la même locomotive ne remorquait que deux ou trois voitures de voyageurs, l'équation limite, dans laquelle on remplacerait R et α par leurs nouvelles valeurs, montre que le *maximum* pourrait devenir de 30 lieues à l'heure.

Cette dernière vitesse paraît, en effet, avoir été réalisée sur plusieurs chemins de fer anglais pour des trains de curiosité ou d'extrême urgence.

La résistance de l'air joue, comme on le voit, un rôle important dans le mouvement des trains.

Il existera toutefois dans les circonstances de marche ordinaire, entre la vitesse limite et la vitesse normale, une grande latitude, et lorsque le machiniste a atteint cette dernière vitesse, s'il ne veut pas la dépasser, il faut en général qu'il diminue l'introduction de la vapeur, sauf à rouvrir le régulateur en cas de résistance additionnelle à vaincre.

Le machiniste peut encore, par un simple changement dans le jeu des excentriques, renverser l'action de la vapeur et la faire agir en sens contraire du mouvement. La force de la machine s'ajoute alors aux résistances de traction, et il en résulte que le train passerait de la vitesse normale au repos en moins de temps qu'il ne passe du repos à la même vitesse.

Si l'on faisait abstraction de la résistance de l'air, cet intervalle serait toujours donné par la formule $T = \frac{V}{G}$, mais G serait égal à $\frac{F}{M} + \frac{R}{M}$, au lieu d'être comme dans l'autre cas, égal à leur différence.

Sous l'influence de ces résistances, le train pris pour exemple, passerait des vitesses successives de

$5^m, 55$ $11^m, 11$ et $16^m, 66$

au repos, en

37" 74" et 111"

tandis que les périodes correspondantes étaient tout-à-l'heure de

77" 154" et 231"

Les espaces parcourus seraient, en outre, de

102 410 et 918 mètres

tandis qu'ils ont été plus que doubles pour passer du repos à ces mêmes vitesses.

Comme dans le mouvement retardé la force de la machine concourt à la résistance, il suit que la part d'influence due à l'effort de l'air est beaucoup moindre qu'elle ne l'était dans le mouvement accéléré.

Cette part se déterminera par la considération que la variation de vitesse dans l'unité de temps est négative et égale au quotient de la somme des résistances divisée par la masse du train.

L'on pose ainsi l'équation différentielle :

$$M\frac{dv}{dt} = -(F+R+\alpha v^2)$$

laquelle se transforme en l'intégrale

$$t = -M\int \frac{F+R+\alpha v^2}{dv} = \text{const.} - \frac{M}{\sqrt{\alpha(F+R)}} \text{arc tang } v\sqrt{\frac{\alpha}{F+R}}$$

Par suite et déterminant la constante à raison de ce qu'à l'origine du mouvement on a $t=0$ et $v=V$, l'on obtient la relation

$$t = \frac{M}{\sqrt{\alpha(F+R)}}\left\{\text{arc tang } V\sqrt{\frac{\alpha}{F+R}} - \text{arc tang } v\sqrt{\frac{\alpha}{F+R}}\right\}$$

Au lieu d'une fonction logarithmique, l'on trouve ainsi, dans ce cas, une fonction inverse de la fonction tangentielle. Le calcul se fera d'ailleurs avec facilité au moyen des tables de logarithmes.

Soit dans l'exemple du train déjà pris comme type, la vîtesse V, fixée à cinq lieues à l'heure ou à $5^{m},55$ par 1". Le temps qui s'écoulera pour que le train passe de cette vîtesse au repos sera donné par l'expression

$$t = \frac{M}{\sqrt{\alpha(F+R)}} \left| \text{arc tang} = 5,55 \sqrt{\frac{\alpha}{F+R}} \right|$$

Remplaçant M, α, F et R par leurs valeurs, il vient

$$t = 177,21 \left| \text{arc tang} = 0,20868 \right|$$

Cet arc correspond à un angle de 11°, 47' 10", et l'on trouve que, dans une circonférence dont le rayon serait l'unité, sa valeur linéaire serait de $0^{m}205$.

La valeur de t, rapportée à la seconde prise comme unité de temps, est, par suite, de 36"

Pour des vitesses initiales double et triple, l'on trouve que le même intervalle de temps serait, dans un cas, de 69", 7, et dans l'autre, de 78".

Pour la détermination des espaces parcourus, l'on posera

$$d\varepsilon = v dt = -\frac{M v dv}{F+R+\alpha v^{2}}$$

Intégrant et déterminant la constante par la considération que $\varepsilon = 0$, lorsque $v = V$, l'on obtient la formule

$$\varepsilon = \frac{M}{2\alpha} l \frac{F+R+\alpha V^2}{F+R+\alpha v^2}$$

Pour avoir la distance à laquelle doit s'arrêter le train, il suffit de poser $v = 0$, et l'on a

$$E = \frac{M}{2\alpha} l \left\{ 1 + \frac{\alpha}{F+R} V^2 \right\}$$

Donnant à V les valeurs de

5,555, 11,111 et 16,666

l'on trouve que, partant de ces trois vitesses successivement regardées comme normales, le train arriverait au repos après avoir parcouru les distances

100, 377 et 777 mètres.

Si l'on compare ces résultats numériques avec ceux que l'on avait obtenus lorsque l'on faisait abstraction de la résistance de l'air, l'on voit, comme il était facile de le préjuger d'avance, que cet effort n'a, dans le mouvement retardé, qu'une faible influence. Ainsi, son effet est à peine sensible lorsque le train qu'on veut réduire au repos à une vitesse initiale de 5 lieues à l'heure.

Pour une vitesse double, l'arrêt du train, pris pour exemple, se ferait à une distance moindre de $\frac{1}{12}$ que celle à laquelle il serait arrivé, si l'on n'eût

pas tenu compte de cette cause de ralentissement, et, pour la vitesse extrême de 15 lieues à l'heure, la même différence ne serait que de $\frac{1}{13}$

L'on voit ainsi que, sous l'influence des seules actions retardatrices dues à la machine et aux résistances ordinaires de la traction, les trains rapides parcourraient encore, avant de s'arrêter, de grandes distances.

De là, la nécessité de faire intervenir une action plus énergique, afin de diminuer plus rapidement la vitesse et de prévenir les funestes effets de rencontre et de déraillement.

Si l'on cherche quelle est la force susceptible d'arrêter le convoi à telle distance déterminée, et que cette force soit supposée agir d'une manière constante, elle se déduira des formules qui règlent la chûte des corps graves. Il suffit, en effet, de l'y substituer comme inconnue à la lettre g qui exprime l'intensité de l'action de la pesanteur.

Soit γ l'intensité de la force cherchée, V la vitesse dont le train est animé lorsque commence l'action de la nouvelle force, D la distance à laquelle on veut qu'il s'arrête, l'on aura

$$\gamma = \frac{V^2}{2D}$$

L'on trouve aussi que, pour qu'un train animé d'une vitesse de 5 lieues à l'heure s'arrêtât aux

distances de 1, 5, 10, 20, 50 et 100 mètres, il faudrait que la force retardatrice, l'action de la pesanteur étant prise pour unité, fût représentée par les nombres

1,58. 0,316. 0,158. 0,079. 0,0316 et 0,0158.

Pour des vitesses de 10 et 15 lieues à l'heure, les valeurs de la force retardatrice correspondante aux mêmes distances d'arrêt, seraient,

dans le premier cas, de

6,32. 1,264. 0,622. 0,316. 0,1264 et 0,0632

dans le deuxième cas, de

14,22. 2,844. 1,432. 0,711. 0,2844 et 0,1422,

l'intensité de la pesanteur étant toujours prise pour unité.

Le tableau précédent montre combien cette force retardatrice croît rapidement avec la vitesse, et quelle énorme résistance il faudrait opposer pour arrêter à un mètre de distance les trains ordinaires de voyageurs.

L'on voit encore que la valeur de cette force est indépendante du poids du train, ainsi qu'il en devait être, puisqu'on l'a regardée comme proportionnelle à l'intensité de la gravité. Son effet dynamique sera, dans chaque cas, le même, et il sera égal au travail que l'inertie avait absorbé au départ du train pour le reproduire à l'arrêt.

Désignant, en effet, par f le rapport de l'intensité

de cette force à celle de la gravité, l'effet dynamique en question est représenté par le produit f P D.

Or, H étant la hauteur due à la vitesse v, l'on a $H = \frac{V^2}{2g}$ de même $D = \frac{v^2}{2fg}$ d'où l'on déduit l'égalité

$$fPD = \frac{1}{2}\,\frac{P}{g}\,v^2$$

C'est l'intervention des freins qui produit en général sur les chemins de fer la force retardatrice exceptionnelle dont il vient d'être question.

Les surfaces frottantes sont, dans les trains de voyageurs, l'une et l'autre en fer, et d'après les expériences de M. Morin, l'on devrait prendre 0,138 pour valeur du coefficient de frottement à sec. Mais, comme l'a remarqué (1) M. Poncelet, cette valeur ne conviendrait qu'à des qualités de fer exceptionnelles, ainsi qu'à certaines dispositions de leurs fibres, et elle ne pourrait être adoptée qu'autant que la surface ne subirait aucune altération sensible. Or, il n'en est pas ainsi sur les chemins de fer où les charges à égalité de surfaces frottantes sont bien supérieures à celles des expériences de M. Morin, et il y aurait plutôt lieu d'appliquer en beaucoup de cas les coefficients auxquels sont arrivés successivement Coulomb et Rennie.

(1) *Introduction à la mécanique industrielle, physique et expérimentale.*

Leur valeur varie de 0,25 à 0,40. Nous nous bornerons toutefois à augmenter un peu le nombre donné par M. Morin, et comme l'a fait M. Poncelet, nous prendrons 0,18 pour valeur moyenne approximative du coefficient cherché.

Ce nombre s'appliquera au frottement à sec de la jante contre le rail, mais il est clair qu'il ne saurait être regardé que comme approximatif. Dans certains cas d'interposition de matières étrangères ou d'altération des surfaces, il serait beaucoup trop faible, de même qu'il serait trop fort si les parties frottantes étaient imprégnées d'enduits. Ce dernier cas se présentera lorsque le rail sera couvert d'une boue fine et fluide, et il paraît que le frottement peut alors ne pas excéder le dixième du poids.

La présence de l'eau seule serait loin de produire un effet de ce genre, et l'on citera, à cet égard, une très-curieuse expérience de M. Morin, d'après laquelle le coefficient de frottement de fonte sur fonte trouvé de 0,152, lorsque le glissement se faisait à sec, est devenu de 0,314, lorsque l'on a mouillé d'eau les surfaces.

Soit ce coefficient désigné par f ; f P représente la force retardatrice due à l'action des freins, et si l'on pose $f=0,18$, l'on trouve qu'un train marchant sur une voie horizontale et rectiligne avec une

vitesse de 5 lieues à l'heure s'arrêterait à une distance de 8^m, 82. Pour des vitesses doubles et triples, les distances seraient de

35 , 28 et 79 mètres.

Posant $f = 0{,}10$, l'on trouverait pour les distances d'arrêt correspondantes aux trois vitesses précédentes, les nombres

15,87 63,48 et 142 mètres.

Ces résultats ont été obtenus en admettant que le train se trouve sous l'influence exclusive de la résistance développée par l'action des freins. Toutes les roues étant supposées enrayées, il est clair qu'il n'y a plus lieu de tenir compte des frottements de première et de deuxième espèce, qui se produisaient dans la marche ordinaire, les uns aux fusées des essieux, les autres aux jantes des roues.

Il n'en sera pas de même de l'action de l'air, mais la grande prépondérance de la résistance nouvelle fait que l'influence de cette action sera à peine sensible.

On l'introduirait dans les formules en posant l'équation différentielle

$$M \frac{dv}{dt} = -(fP + \alpha v^2)$$

d'où l'on tire par intégration et déterminant la constante à raison de ce qu'à l'origine du mouvement et lorsque $t = o$, l'on a $v = V$

$$t = \frac{M}{\sqrt{\alpha f P}} \left\{ \text{arc tang V} \sqrt{\frac{\alpha}{f P}} - \text{arc tang V} \sqrt{\frac{\alpha}{f P}} \right\}$$

A la fin du mouvement, l'on a $v = o$, et la valeur de t correspondante est

$$t = \frac{M}{\sqrt{\alpha f P}} \text{arc tang V} \sqrt{\frac{\alpha}{f P}}$$

Pour la détermination des espaces parcourus l'on poserait encore

$$d\varepsilon = v\,dt = -\frac{M v\,dv}{f P + \alpha v^2}$$

Intégrant et déterminant la constante à raison de ce qu'à l'origine du mouvement, l'on a $\varepsilon = o$ et $v = V$, l'on obtient la formule

$$\varepsilon = \frac{M}{2\alpha} l \frac{f P + \alpha V^2}{f P + \alpha v^2}$$

A la fin du mouvement, l'on a $v = o$, et la valeur ε correspondante est

$$\varepsilon = \frac{M}{2\alpha} l \left(1 + \frac{\alpha}{f P} V^2 \right)$$

Donnant à V les valeurs de

5,55 11,11 et 16,66.

et prenant 0,18 pour la valeur du coefficient de frottement, l'on trouve que, partant de ces trois vitesses successivement regardées comme normales, le train arriverait au repos après avoir parcouru les distances de

8,17 32,28 et 72 mètres.

L'on voit ainsi que la résistance de l'air si effi-

cace lorsque le train passe du repos à une grande vitesse, n'exerce plus qu'une influence presque nulle, lorsque par l'intervention des freins, l'on veut faire passer le train de cette même vitesse au repos.

Là précisément est le défaut de l'idée d'utiliser cette résistance comme moyen de ralentissement par la mise en jeu d'appareils analogues aux parachutes dont se servent les aéronautes. Ainsi, lors même que, par un déploiement subit de surfaces nouvelles, l'on parviendrait à rendre cette résistance dix fois plus grande qu'elle ne l'est dans les circonstances de marche ordinaire, c'est à peine encore si son influence se ferait sentir. Les distances d'arrêt, par exemple, qui correspondaient tout-à-l'heure aux vitesses initiales de 10 et 15 lieues à l'heure, seraient seulement réduites, dans ce cas, de $32^{m},28$ et 72^{m} à 30^{m}, 5 et $61^{m},9$.

Il suffit, en outre, de considérer les difficultés d'exécution et de manœuvre pour se convaincre que l'influence de pareils appareils fût-elle beaucoup plus grande, leur application ne serait pas réalisable.

Les résultats que l'on vient d'obtenir pour les temps et distances d'arrêt correspondants à diverses vitesses, seraient très-peu différents, si l'on voulait effectuer cet arrêt sur l'une des pentes que comporte la construction du chemin de fer.

Représentant, en effet, par z l'angle d'inclinaison et faisant abstraction de la résistance de l'air, la distance D serait donnée par l'égalité

$$D = \frac{V^2}{2(f\cos z - \sin z)g}$$

Or, pour des inclinaisons de
5, 10 et 15 millimètres par mètre, on a
$\sin z = 0{,}005$ 0,01 et 0,015
tandis que f cos z ne différerait pas sensiblement de f et demeurerait par suite à peu près égal à 0, 18 dans les circonstances ordinaires.

S'il s'agissait même d'une pente de 5 centimètres par mètre, comme il arrive sur les plans inclinés où l'on se sert de machines fines, la valeur de sin z serait seulement de 0,05, et comme l'on aurait $\cos z = 0{,}9987$, le frottement exercé par les freins n'aurait pas sensiblement diminué d'énergie. L'on déduit que sur un plan de ce genre et sous l'influence de l'action des freins, le train irait à une distance qui excèderait d'un quart à peine en général la distance à laquelle il se serait arrêté sur un plan de niveau.

Reprenant la formule précédente, on voit que pour $f = \operatorname{tang} z$, D devient infiniment grand. C'est la valeur limite de la pente sur laquelle l'action d'un frein peut arrêter un wagon lancé sur

un chemin de fer. Elle serait pour des rails secs et en bon état de 10° 12', soit environ 177 millimètres par mètre. Dans certaines circonstances d'humidité des rails, elle pourrait n'être que de 5° 42', soit environ 99 millimètres par mètre.

Or, l'on n'a recours à des pentes pareilles que pour des plans automoteurs destinés au service de mines ou de carrières et sur lesquels l'emploi du frein se fait à la gorge d'une poulie fixée à l'arbre d'enroulement.

L'on déduit des considérations précédentes que, sur les pentes ordinaires des chemins de fer, l'action des freins est presque aussi efficace que sur les parties de niveau, de sorte que la vitesse peut, à très-peu près, aussi facilement y être diminuée ou détruite.

Il y a, par suite, grande exagération dans les chances de danger que beaucoup de personnes attribuent à l'admission de certaines pentes dans le tracé des chemins de fer, et s'il faut s'attacher autant que possible à les éviter, c'est en considération de l'accroissement considérable de résistance que des rampes de ce genre opposent à la traction.

Les calculs dans lesquels on est entré pour déterminer la puissance d'action des freins impliquent la supposition que le train tout entier a été

subitement enrayé. C'est admettre par suite que toutes les roues sont munies de freins et que la manœuvre de ces appareils est pour ainsi dire instantanée.

Cette dernière condition n'est jamais complètement remplie, car le serrement des freins demande toujours quelques secondes, et il est difficile que les conducteurs reçoivent tous en même temps le signal d'arrêt. Cette simultanéité d'action doit être obtenue autant que possible, et il importe dès-lors que ces agents se tiennent dans une position telle qu'ils dominent bien la voie, qu'ils soient placés à facile portée les uns des autres, et aient en quelque sorte sous les mains les manivelles de leurs freins.

Il est rare encore que l'autre condition soit remplie, et sur la plupart des chemins de fer, c'est à peine si le tiers de voitures est armé de freins.

L'arrêt ne sait plus se faire dès-lors qu'à des distances beaucoup plus considérables que ne l'indiquent les formules.

L'on se trouve ainsi privé d'un puissant moyen de sûreté, et il serait prudent d'exiger que toutes les voitures qui circulent sur un chemin de fer fussent pourvues de freins, susceptibles au besoin d'être immédiatement mis en jeu.

Les locomotives seules feraient exception.

Non cependant que l'action de la vapeur renversée puisse en général produire une résistance aussi grande que celle qui résulterait du frottement des roues enrayées. Ainsi, dans le cas de la locomotive prise ci-dessus comme exemple, l'action de la vapeur ne serait à la jante de la roue que de 680 kil., tandis qu'en restreignant à 12 tonnes le poids de cette machine, le glissement de toutes les roues donnerait une résistance moyenne de 2160 kil. L'on s'est gardé toutefois jusqu'ici de faire intervenir cette puissante force retardatrice, à raison des inconvénients résultant d'une trop rapide usure des roues et de la difficulté qu'il y aurait en général à disposer des freins d'une manœuvre facile au milieu de la complication des mécanismes de la machine.

Il est clair, d'ailleurs, que dans les machines à roues connexes, les deux sortes de résistances ne sauraient être produites simultanément, l'effet de la vapeur devenant nul, dès que les roues ne peuvent plus tourner.

Cette simultanéité pourrait, au contraire, être produite dans les locomotives qui n'ont que deux roues commandées par la machine, et M. Locard a fait remarquer avec raison que les locomotives dites Américaines avaient cet avantage de permettre

facilement l'établissement de freins destinés à enrayer les quatre petites roues portées sur le cadre mobile autour de la cheville centrale. L'on n'utiliserait ainsi toutefois pour le frottement que la partie du poids de la locomotive, portant sur ce cadre.

Les freins dont il vient d'être question agissent par le frottement de fer contre fer. La résistance serait bien autre si l'une des surfaces frottantes était en bois, et l'on pourrait alors compter sur une rapidité d'arrêt deux fois 1/2 plus grande, mais la destruction des appareils serait si prompte qu'on ne pourrait s'en servir que dans des cas exceptionnels.

Il ne faut pas, en outre, s'exagérer les avantages qui pourraient résulter de la possibilité d'un arrêt très-rapide. Les trains se composent en effet de parties distinctes qui ne sont pas liées invariablement entre elles, et les voitures, venant à se heurter, deviendraient autant d'obstacles les unes par rapport aux autres. Les voyageurs entraînés par la force d'inertie seraient projetés d'une manière violente contre les parois, et dans l'hypothèse extrême d'un arrêt instantané, les chocs seraient tout aussi désastreux que si la locomotive se fût précipitée à toute vitesse contre un obstacle placé sur la voie.

Dans un cas pareil et pour apprécier les résul-

tats de la rencontre, il faut faire intervenir la quantité de travail emmagasinée par la force d'inertie, laquelle est donnée par l'expression $\frac{1}{2}\frac{P}{g}V^2$ $\frac{P}{g}$ désignant toujours la masse et V la vitesse du train.

Or, il est clair que le plus ou moins de valeur de cette expression déterminera le plus ou moins de violence du choc, et par suite cet effet est directement proportionnel à la masse et en raison du carré de la vitesse.

L'on voit que, dans un tel choc, la part d'intensité due à l'accroissement de vitesse est bien supérieure à celle qui proviendrait d'un même accroissement de la masse, et l'on s'explique ainsi comment des corps de faible masse, mais animés d'un rapide mouvement de transport, sont susceptibles de produire des effets énormes de rupture et de déplacement (1).

De là l'importance qu'il y a de ne pas tolérer sur les chemins de fer l'établissement d'extrêmes vi-

(1) C'est le cas des trombes et des ouragans par exemple. Pendant la production de ces météores, l'air est souvent animé d'une vitesse de 50 mètres au moins par seconde. Si l'on suppose que le tourbillon entraîne seulement 500 mètres cubes d'air, on aura

$$\frac{P}{g} = \frac{650}{9{,}808} \text{ et } V = 50.$$

L'on déduit que la valeur de la demi-force vive est égale à 1655oo km. et par suite à peu près moitié de celle que possède un train de 60 tonnes, marchant avec une vitesse de 10 lieues à l'heure.

tesses. Il est, en Angleterre, des lignes sur lesquelles les trains font plus de 16 lieues à l'heure (1), et la perfection de construction de la voie, l'excellence de l'entretien, la minutieuse exactitude de la surveillance semblent autoriser une pareille rapidité,

(1) Dans un Rapport présenté le 26 Juillet 1847, à la Chambre des Pairs, M. Daru cite, d'après les comptes d'exploitation de 1846, les résultats suivants contenant la marche des trains de grande vitesse (express trains) sur les principaux Chemins de fer anglais :

Great Western,	69,233	kilomètres	à l'heure.
Londres à Brighton,	54,136	id.	id.
Londres et South Western,	62,712	id.	id.
Londres et Douvres,	50,600	id.	id.
Londres et Birmingham,	54,000	id.	id.
Great Junction,	52,258	id.	id.
Manchester et Birmingham,	54,672	id.	id.

M. Daru ajoute que la vitesse avait encore augmenté en 1847, et il fait cette remarque que plus les chemins s'allongent, et plus le public anglais veut que la vitesse augmente.

En France, où les lignes sont plus longues, cette rapidité serait d'un plus grand avantage encore, et de Paris à Lyon, par exemple, pour la grande commodité des voyageurs, la durée du trajet des trains de grande vitesse ne devrait pas excéder 10 heures.

Cette rapidité extrême ne peut être produite sans danger, que sur des chemins pour la construction desquels aucune dépense n'a été épargnée ; et M. Daru fait remarquer que les frais des premiers établissements des lignes citées ont été de 600000 à 950000 francs par kilomètre.

Les Chemins de fer allemands ont coûté beaucoup moins, et pour la plupart d'entr'eux, la dépense n'a pas été de plus de 200000 francs par kilomètre ; mais, comme le remarque M. Lechatelier, dans un Mémoire substantiel et plein de faits sur les Chemins de fer d'Allemagne, la vitesse des trains de voyageurs est en général très-modérée sur ces lignes, et la vitesse brute déduite de la durée totale du parcours, ne dépasse pas le plus souvent 30 kilomètres à l'heure.

La construction d'un grand nombre de ces chemins est trop imparfaite pour qu'une plus grande vitesse n'y présentât pas de dangers.

si bien appropriée à l'impatience des voyageurs. On ne peut toutefois songer sans effroi à l'horreur de la catastrophe, que pourrait amener, sous l'influence d'une semblable vitesse, le simple dérangement d'un rail ou le bris de l'une des pièces essentielles de la machine.

L'accident arrivé le 8 mai 1842 sur le Chemin de fer de Paris à Versailles, passant sur la rive gauche de la Seine, est, à cet égard, un mémorable et terrible exemple.

La rupture de l'essieu droit de l'une des deux locomotives placées en tête du convoi occasionna le déraillement de cette machine, et la masse du train venant se heurter contre cet obstacle avec une vitesse qui, d'après l'ensemble des témoignages, dépassait 16 lieues à l'heure, produisit cet enchevêtrement de voitures et cet embrâsement sinistre dont le souvenir glace encore d'effroi.

Le déraillement qui eut lieu récemment sur le Chemin de fer du Nord près de la station de Fampoux n'eut encore de conséquences si désastreuses qu'à raison de la vitesse exagérée avec laquelle le train venait de descendre une pente de 5/1000 que présentait cette partie de la voie et que suivait une rampe à la montée de laquelle les premières voitures avaient dû subir un ralentissement notable.

Nous citerons enfin l'accident déplorable arrivé le 1er mars 1846, sur le Chemin de fer de Saint-Etienne à Lyon, près du hameau de Pierre-Bénite.

Le train, composé de quatorze diligences, avait en tête deux locomotives, dont la première se trouvait hors de service. Le poids total était d'au moins 100 tonnes, et l'on cheminait avec une vitesse d'environ 10 lieues à l'heure, lorsque, dans le parcours d'une courbe, l'on se heurta contre une locomotive envoyée comme machine de secours, et qui, par la déplorable imprévoyance d'un employé de la Compagnie, se trouvait engagée sur la voie contraire au sens de son mouvement.

La courbe où se fit la rencontre est d'un rayon de 500 mètres. Elle se développe entre des tranchées, et les deux machinistes qui marchaient en sens contraire, ne pouvaient réciproquement s'apercevoir à plus de 180 mètres de distance.

Des deux locomotives placées en tête du convoi, l'une était réduite à l'état d'inertie, mais son tender était armé d'un frein à la disposition des ouvriers montés sur la plate-forme.

L'autre était une machine nouvellement sortie des ateliers de la Compagnie, du poids de 14150 kil. et à cylindres extérieurs de 35 cent. de diamètre, sur 60 cent. de course. Elle était portée sur quatre roues connexes, ayant un diamètre de

1 m 30. Le manomètre communiquant avec la chaudière indiquait 4 atm. 1/2 ; mais nous supposerons que la pression effective utile ne s'élevait pas dans les cylindres au-dessus de 3 atmosphères.

Introduisant, en outre, une réduction de 1/3 pour tenir largement compte des frottements inhérents aux diverses pièces de la machine, l'on trouve qu'à la suite de l'interversion de la vapeur, l'effort rapporté à la jante devait être pour le moins de 1165 kil.

Désignons par Q, Q', q et q', les poids des deux locomotives et de leurs tenders, et soient en même temps p le poids de toutes les diligences, V la vitesse du train au moment où commença l'action des résistances, et f le coefficient du frottement de fer contre fer.

Si l'on admet que toutes les roues furent subitement enrayées à l'exception de celles des locomotives, et qu'il y eut interversion simultanée de la vapeur dans la machine motrice, l'on aura pour valeur approximative de la distance à laquelle devait se faire l'arrêt du train

$$E = \frac{1}{2}\,\frac{Q+Q'+q+q'+p}{g} \times \frac{V^2}{F+f(q+q'+p)}$$

Or, l'on a

$Q = 14150$ kil.

$Q' = 11550$ kil. (sans eau ni coke).

$q = 8000^{kil.}$ (avec la provision ordinaire d'eau et de coke).

$q' = 7000^{kil.}$ (id.)

$p = 60000^{kil.}$ (évaluation approximative).

$g = 9^{m}, 8088.$

$V = 11, 11$ (évaluation approximative).

$F = 1165^{kil.}$ (id.)

$f = 0,18$ (id.)

L'on déduit $E =$ (1) 43 mètres.

(1) Pour arriver à une valeur bien exacte de la distance E, il aurait fallu tenir compte de quatre autres résistances dues

1° à l'action de l'air;

2° à l'inclinaison de la voie;

3° au passage dans la courbe;

4° aux frottements qui se produisaient dans le roulement des locomotives.

Donnant aux lettres F, Q, Q', q, q', p, V et g les mêmes significations que ci-dessus, nommant P le poids total du train, et désignant par i, α, δ et λ l'inclinaison de la voie, le coefficient de la résistance que l'air opposait au mouvement du train et les coefficients des frottements dûs au passage dans la courbe et au roulement des deux locomotives, l'on aurait

$$E = \frac{P}{2\alpha g} l \left\{ 1 + \frac{\alpha}{F + f(q + q' + p) + iP + \delta P + \lambda(Q + Q')} V^2 \right\}$$

Comme l'inclinaison dans la partie de la voie parcourue par le train au moment de l'accident est de 1/2 millième à peine, il n'y a pas, en réalité, lieu d'en tenir compte.

Quant aux résistances dues au passage dans les courbes, comme le rayon est de 500 mètres, le triple frottement provenant de la fixité des roues sur les essieux, du parallélisme de ces essieux et de l'action de la force centrifuge, ne devait pas excéder 3/1000 du poids, soit 300 kil.

De leur côté, les frottements de première et de deuxième espèce, qui continuaient de se produire dans le mouvement des deux machines

La machine qui venait de Lyon comme secours ne remorquait que son tender. Elle était, comme les autres, montée sur quatre roues couplées. Les cylindres avaient 28 centimètres de diamètre et 42 de course. Le diamètre des roues était de 1 m 30. Dans les conditions de marche ordinaire, la machine pesait 9500 kil. et le tender 7000 kil.

Cette locomotive était employée depuis quelque temps pour le service de nuit, et on la tenait, pendant le jour, sous le hangar des machines avec un feu couvert. Lorsque, sur l'ordre du chef de la station, on voulut la faire partir, la vapeur manquait, et il fallut activer le feu pour la mettre en mouvement. Il paraît même qu'au moment de la rencontre, la vaporisation était fort incomplète; et, d'après divers témoignages, la vitesse ne devait pas dépasser celle de 8 lieues à l'heure.

Admettant que le machiniste ait subitement interverti le sens de la vapeur en même temps que

soit aux fusées des essieux, soit à la jante des roues, donneraient, en les évaluant à $\frac{1}{250}$ du poids, une résistance additionnelle de 103 kil.

La somme de ces résistances est, comme on le voit, très peu de chose relativement à l'effort de 13,500 kil. produit par l'intervention des freins.

Il y a lieu davantage de tenir compte de l'action de l'air; et, dans la supposition où la vitesse du train qu'on voulait arrêter était de 10 lieues à l'heure, cette résistance devait réduire d'environ 1/10 la distance d'arrêt.

le chauffeur serrait énergiquement le frein du tender, la formule

$$E = \frac{1}{2} \frac{Q+q}{g} \frac{V^2}{F+fq}$$

donnera d'une manière approximative la distance que pouvait encore parcourir la machine avant d'arriver au repos.

A raison du peu d'activité de la vaporisation, nous supposerons dans l'évaluation de F, que la pression utile dans les cylindres ne dépassait pas deux atmosphères, et nous trouverons de la sorte, qu'à la suite de l'interversion de la vapeur, l'effort rapporté à la jante devait être, pour le moins, de 350 kil.

Posant de plus

$Q = 9500$ kil. $\quad q = 7000$ kil. $\quad g = 9^m,8088$

$V = 8^m,88$ et $f = 0,18$

il vient $E = 42$ mètres.

La somme des deux distances qui viennent d'être calculées est ainsi bien moindre que celle de 180 mètres, d'où les deux machinistes pouvaient s'apercevoir; mais si celui qui venait de Lyon fit immédiatement la manœuvre commandée en pareille circonstance, il n'en fut pas de même de l'autre qui ne pouvait supposer qu'une machine arrivât en sens contraire sur la voie où il se trouvait engagé, et lorsqu'il commença sa manœuvre, c'est

à peine si la distance intermédiaire devait dépasser 100 mètres.

L'intervalle eût cependant encore suffi pour que la vitesse fût rendue sensiblement nulle au moment du choc, si toutes les roues des voitures eussent pu être enrayées de suite ; mais un certain nombre d'entre elles n'avaient point de conducteurs ou garde-freins, et, de plus, ces agents, placés à l'avant des voitures, sur des banquettes, ne voyaient pas ce qui se passait sur le chemin et ne pouvaient que tardivement recevoir le signal d'alarme, de sorte que la rencontre se fit avant que plusieurs d'entre eux n'eussent même commencé la manœuvre des freins.

Le renversement de la vapeur dans les deux machines et le serrement des freins des tenders et des premières voitures de voyageurs diminuèrent toutefois singulièrement la vitesse à l'endroit de la rencontre, et toute la tête du train n'éprouva même aucune avarie grave (1).

(1) Des deux locomotives qui se trouvaient à l'avant du train, la première n'éprouva d'autre avarie qu'un redressement des sablières et le bris de quelques mécanismes ; la seconde, qui remorquait seule l'ensemble du convoi, fut à peine endommagée et elle put le lendemain même être remise en activité.

Quant la machine de secours qui arrivait de Lyon, son tender à l'avant, elle fut jusqu'à un certain point sauvegardée par l'interposition de ce tender qui fut mis en pièce et jeté hors la voie. Elle reçut toutefois quelques avaries notables. Ainsi, la plate-forme sur laquelle se tenait le ma-

La cinquième voiture fut la plus maltraitée. Elle était de construction déjà ancienne et portait sur des sablières plus faibles que celles des autres voitures. Ces pièces se brisèrent au milieu, à l'endroit où des interpositions de boulons et de mortaises diminuaient encore leur solidité, et la voiture venant à s'engager au-dessous de celles d'arrière et d'avant, fut en quelque sorte mise en pièces.

Poussées par la vitesse acquise, plusieurs des voitures suivantes s'enchevêtrèrent entre elles ou s'arc-boutèrent les unes contre les autres ; mais l'ef-

chiniste fut relevée suivant une position verticale, la barre de fer qui par l'action de la pédale réglait les excentriques fut brisée et les roues sortirent de la voie, entraînant les rails avec elles. Le coke du foyer s'étant en outre projeté à l'extérieur, le feu prit à l'enveloppe et consuma toutes les parties combustibles.

Le recul de cette locomotive, sous l'influence de la rencontre, fut de plus de 10 mètres.

Si l'on appelle P et P' les poids des masses mues en sens contraire, V et V' leurs vitesses au moment de la rencontre, appliquant à ces masses les lois du choc relatives aux corps non élastiques ou qui conservent l'impression, l'on a pour la vitesse commune à l'ensemble des deux masses

$$v = \frac{P\,V - P'\,V'}{P + P'}$$

Posant dans le cas actuel et par hypothèse pour les vitesses V et V' au moment du choc

$$V = 5,^{m}\,55 \text{ et } V = 2^{m}$$

l'on trouverait $v = 4,48$.

laquelle vitesse n'aurait été amortie qu'à une certaine distance par les résistances qui continuaient à agir et auxquelles se joignit bientôt le frottement considérable dû au déraillement.

fet fut de moins en moins sensible à mesure que les voitures se trouvaient plus éloignées de la tête du train ; et les dernières d'entre elles, laissées libres de cheminer, pendant un supplément d'intervalle égal à la somme des longueurs des chaînes de retenue et à l'espace disponible créé par le bris et l'enchevêtrement des précédentes n'éprouvèrent qu'une faible secousse.

Cet accident ne saurait être cité comme un exemple des risques que l'on encourt par un excès de vitesse, mais il témoigne de la suffisante efficacité de l'action des freins, puisqu'il ne serait point arrivé si cette action eût été prompte et qu'elle se fût exercée sur toutes les voitures.

Ces appareils ne sauraient arrêter brusquement des trains rapides, mais cette instantanéité d'action serait, comme on l'a vu, plutôt désastreuse qu'utile, et l'espace que des voitures subitement enrayées sont susceptibles de parcourir encore dans les circonstances ordinaires de circulation sur les chemins de fer ne sera jamais assez grand pour qu'on n'aie prévenu de la sorte ou tout au moins rendu peu dangereux les résultats d'une rupture ou d'une rencontre.

Les principes exposés sont nécessaires pour que

l'on se rende bien compte de l'action des différents moyens qui ont été proposés pour prévenir les accidents sur les chemins de fer, et ils doivent être présents à l'esprit des inventeurs, s'ils ne veulent pas s'égarer dans des recherches oiseuses et sans utilité.

On peut dire des freins ordinaires, qu'ils sont solides, d'une manœuvre facile et d'une suffisante énergie pour faire glisser les roues, mais on leur reproche justement d'occasionner pour leur manœuvre une certaine perte de temps et de provoquer une prompte et inégale usure des roues.

Un grand nombre d'autres ont été proposés, et chaque accident funeste stimule le zèle des inventeurs. Ainsi, à la suite de la catastrophe du 8 mai, occasionnée par la rupture d'un essieu de machine, une foule de personnes se sont occupées à l'envi de procédés propres à améliorer la confection des essieux ou à constater leur degré de solidité; de même, à la suite de la funeste rencontre qui eut lieu le 1er mars 1846 sur le chemin de St-Etienne à Lyon, beaucoup de recherches ont été entreprises dans le but d'arrêter promptement un train ou d'atténuer les effets d'un choc.

Parmi les appareils proposés, plusieurs ont été soumis par les auteurs au jugement de l'Académie, et ils seront successivement l'objet d'appréciations particulières.

Au premier rang de ces inventions se présente le frein imaginé par M. Laignel, et qui se différencie complètement des appareils ordinaires en ce qu'il agit sur les rails mêmes. Il se compose de sabots en bois, placés entre les roues consécutives et de forme trapézoïdale. La grande base inférieure est armée d'une lame de fer à rebord intérieur et de même section que celle du bandage des roues. L'ensemble est relié solidement aux sablières des cadres par un système de traverses et étriers en fer, servant de guide. Des manivelles à vis permettent de faire descendre les sabots dans une direction verticale et de les presser à volonté contre les rails. L'on peut ainsi graduer le frottement et le rendre de plus en plus grand, jusqu'à ce que l'on ait atteint le maximum de résistance en soulevant les roues au-dessus des rails.

Cet appareil a été employé pour la première fois pour le service des plans inclinés de Liège, et l'administration des Chemins de fer de Belgique a rendu pleine justice à son inventeur. Le même frein a depuis lors été mis en usage sur le grand plan incliné d'Aix-la-Chapelle, où l'auteur de ce Mémoire l'a vu fonctionner en 1845, et il a été appliqué récemment sur le plan incliné du Chemin de fer de Montrambert, l'un des grands embranchements de la ligne de St-Etienne à Lyon.

Ce système de frein a le triple avantage de la solidité, de la promptitude d'action et de la préservation des roues contre la rapide usure qui résulte de leur glissement contre les rails. Sur les plans inclinés où on l'emploie, il est placé sur un wagon spécial auquel on donne beaucoup de poids pour augmenter l'action de la résistance.

Dans une notice sur les plans inclinés de Liége, publiée dans les *Annales des Ponts-et-Chaussées*, 3ᵉ série, 1843, M. Garella, ingénieur en chef des mines, donne des détails circonstanciés sur les wagons-freins employés pour le service de ces plans.

Ces wagons sont montés sur six roues, et en les lestant avec des gueuses en fonte, on porte leurs poids à 8000 kil.

En admettant 0, 18 pour valeur du coefficient de frottement, la résistance produite par le frein serait de 1440 kil. ; mais elle pourrait ne pas excéder 800 kil., si l'on se trouvait dans le cas le plus défavorable correspondant à une humidité savonneuse du rail.

L'inclinaison des plans inclinés de Liége varie de 0, 014 à 0, 03. Adoptant ce dernier chiffre, la composante du poids qui tend à faire descendre le wagon est de 240 kil.

On se rendra facilement compte de l'énergie

d'action du wagon-frein au moyen de la formule

$$(a)\quad E = \frac{M}{2}\,\frac{V^2}{f\,p + \varphi P - i\,(p+P)} \quad (1)$$

dans laquelle :

M exprime la masse du train ;

p — le poids des wagons-freins ;

P — le poids des voitures ou autres wagons ;

i — l'inclinaison du plan ;

φ — le coefficient de la résistance que les frottements de première et deuxième espèce, développés aux fusées des essieux et au pourtour des roues, apportent au roulement des voitures ;

V — la vitesse du train au moment où

(1) Nommant z l'angle d'inclinaison du plan, φ' et φ'' les coefficients des deux frottements à l'ensemble desquels se rapporte le nombre φ, désignent en outre par Q le poids de toutes les roues des voitures ou autres wagons roulants, l'on aurait pour valeur plus exacte de L

$$E = \frac{M}{2}\,\frac{V^2}{f\,p\cos z + \varphi'(P-Q) + \varphi''\,P\cos z - (p+P)\sin z}$$

A cause de la petitesse de l'angle z, l'on peut regarder cos z comme ne différant pas sensiblement de 1, et l'on a

$$E = \frac{M}{2}\,\frac{V^2}{f\,p + \varphi'(P-Q) + \varphi''\,P - (p+P)\sin z}$$

Les poids P et Q étant ordinairement proportionnels, la somme des deux termes $\varphi'(P-Q) + \varphi''\,P$ pourra s'écrire en général sous la forme plus simple $\varphi\,P$, et l'on aura la formule mentionnée au texte et d'après laquelle se sont faits les calculs.

commence l'action du frein ;

E — la distance à laquelle il s'arrêtera sous l'influence de cette action.

Soit pris comme exemple le train cité dans la notice de M. Garella, et qui serait composé de six voitures pesant ensemble 44000 kil. et de deux wagons-freins placés l'un en tête, l'autre en queue, et pesant chacun 8000 kil.

L'on aura

$$p = 16000^{\text{kil.}} \qquad P = 44000^{\text{kil.}}$$
$$M = 6116 \qquad i = 0{,}03$$

L'on peut, en outre, poser pour l'état de sécheresse ordinaire des rails et d'entretien des wagons

$$f = 0{,}18 \qquad \varphi = \frac{1}{250}$$

On déduit, pour les valeurs de E, correspondantes aux vitesses de

5 10 et 15 lieues à l'heure.

74,5 298 et 670 mètres.

Si l'on voulait tenir compte de la résistance de l'air, il faudrait, comme on l'a déjà fait plus haut poser l'équation différentielle

$$de = \frac{M\,d\,v}{i\,(p+P) - f\,p - \varphi\,P - \alpha\,V^2}$$

laquelle donne par intégration et déterminant la constante, de manière que $e = o$ lorsque $v = V$

$$e = \frac{M}{2\,\alpha}\,l\,\frac{i\,(p+P) - f\,p - \varphi\,P - \alpha\,V^2}{i\,(p+P) - f\,p - \varphi\,P - \alpha\,V^2} \quad \text{(b)}$$

La variable v devenant nulle pour la valeur de e correspondante à l'arrêt du train, l'on a

$$(c)\quad E = \frac{M}{2\alpha}\, l \left\{ 1 - \frac{\alpha}{i(p+P) - fp - \varphi P} V^2 \right\}$$

Appliquant à cette formule les données précédentes, l'on trouverait pour valeurs de E correspondantes aux trois vitesses de

5 10 et 15 lieues à l'heure.

73,6 280 et 588 mètres.

Si l'on supposait que le rail fût imprégné d'une humidité boueuse, le coefficient de frottement serait moindre, et l'on a vu qu'il pouvait ne pas excéder 1/10.

Dans ce cas, et s'il s'agissait toujours du même train, le dénominateur du deuxième membre de l'équation (a) deviendrait négatif, c'est-à-dire que la résistance au mouvement serait moindre que la puissance due à l'action de la gravité. Les deux freins seraient alors impuissants à réduire le train en repos, ils ne pourraient même diminuer la vitesse acquise, et tout leur effet se bornerait à restreindre l'accélération de cette vitesse dans l'unité de temps.

Tenant compte de la résistance de l'air, cette limite de l'action des freins serait un peu reculée.

On l'obtiendrait en posant :

$$i(p+P) - fp - \varphi P - \alpha V^2 = 0$$

d'où l'on tire la valeur de f correspondante à telle vitesse donnée que le train garderait d'une manière uniforme (1).

La discussion précédente montre que, dans le cas du train pris pour exemple et qui comprend seulement dix voitures de voyageurs, l'ensemble de deux wagons-freins n'aurait sur une pente de 3/100 pour de grandes vitesses et les rails étant bien secs, qu'une efficacité médiocre, et qu'ils seraient en outre tout-à-fait impuissants à arrêter le convoi ou même à diminuer la vitesse acquise, dans certains cas d'humidité du rail.

L'on aurait alors, il est vrai, la facilité de jeter du sable sur les rails, afin d'augmenter le coefficient de frottement, et bien que cette mesure soit destructive du matériel et susceptible d'occasionner

(1) Si l'on suppose que l'action de la gravité fut plus grande que la somme de toutes les résistances, la formule (c) ne serait plus applicable, comme le montre la forme négative qu'affecte alors l'expression dont il faut prendre le logarithme.

On n'a pu déduire, en effet, dans ce cas, cette formule de l'équation (b) parce que la vitesse V ne peut plus devenir nulle.

Elle ira toujours au contraire, en croissant, mais ainsi qu'on l'a déjà vu lorsqu'il s'agissait d'un train emporté par une machine, sur une voie rectiligne et de niveau, la résistance de l'air imposerait à cette vitesse une limite qu'elle n'atteindrait jamais, il est vrai, d'une manière absolue, mais dont elle ne différerait bientôt plus d'une manière sensible.

L'équation limite sera dans ce cas encore la suivante :

$$(i\,p + P) - f\,p - \varphi\,P - \alpha\,V^2 = 0$$

des déraillements, il serait nécessaire d'y avoir recours (1).

Il arriverait, toutefois, que nonobstant l'accroissement d'action des freins, la vitesse ne pourrait être assez rapidement amortie pour que l'on pût, en maintes occasions, se préserver d'accidents graves, et il serait dangereux par suite de se reposer sur l'action exclusive de ces wagons spéciaux.

Aussi, importe-t-il que les conducteurs des voitures restent à portée des freins dont elles sont armées, afin de les serrer au besoin et de créer de la sorte une grande résistance additionnelle.

Si toutes les roues des voitures pouvaient être enrayées de suite, la pente de 3/100 prise pour exemple diminuerait l'action des freins de 3/18 seulement dans les circonstances ordinaires et de 3/10 dans le cas d'humidité le plus défavorable. Il est clair, en outre, que les wagons-freins ne seraient plus d'aucune utilité ; mais, comme on l'a déjà fait remarquer, des mesures d'économie, fort mal entendues et nullement admissibles en général, ont

(1) M. Locart, dans la notice intéressante dont il a déjà été fait mention, cite comme ayant été dans maintes occasions très-efficace le versement de sable sur les rails, qu'opérait la conducteur de la 1re voiture en faisant jouer une simple pédale. Le sable était fin et n'arrivait qu'en petite quantité, afin d'éviter le risque de déraillement.

Il est clair que l'on augmentait beaucoup aussi le frottement du glissement et que l'arrêt pouvait se faire d'une manière beaucoup plus rapide.

fait jusqu'ici que, sur la plupart des chemins de fer, beaucoup de voitures de voyageurs, ou n'ont pas de conducteurs garde-freins, ou ne sont pas même pourvues de ces appareils.

Qu'un train pareil se présente en tête d'un plan incliné, et l'intervention des wagons-freins sera de la plus grande utilité.

Il en sera de même pour les wagons de marchandises auxquelles ne s'attache plus le même intérêt de sécurité publique et qui ne sont, en général, qu'en petit nombre armés de freins.

C'est le cas des plans inclinés du chemin de fer de Montrambert à St-Etienne.

Ce chemin est spécialement destiné au transport des charbons que renferme le riche bassin de la Ricamarie, et l'on passe de la vallée de l'Ondaine dans celle du Furens, au moyen d'une rampe desservie par une machine fixe.

La longueur est de 2160 mètres, et la chûte de 77 ^{m}, 2.

La pente est irrégulière et varie de 0,0218 à 0,0528.

Un plan automoteur existe sur l'autre versant. Sa longueur totale est de 1390 mètres. La chûte totale est de 72 mètres, et la pente varie de 0,082 à 0,0348.

A chaque train de wagons circulant sur ces

plans est joint un wagon-frein. Sur le plan desservi par la machine, ce wagon est armé d'un frein ordinaire pour enrayer les roues, et d'un frein, dit heurtoir, placé à l'arrière. En cas de rupture du câble à la remonte, ou lorsqu'on veut arrêter le train à la descente, l'on abat sur les rails le frein heurtoir sur la concavité duquel viennent de suite s'emboîter les roues.

Le wagon-frein du plan automoteur est plus puissant et d'un plus facile usage. Il se compose de deux sabots en bois de chêne, portant chacun une semelle en bois de verne, et disposés de telle sorte qu'on peut les presser à volonté contre le rail, ou bien seulement enrayer les roues en tournant la manivelle en sens inverse. M. l'ingénieur Meynier, d'après les dessins duquel ont été construits ces wagons, a eu de plus l'ingénieuse idée de disposer dans ces sabots des rigoles, par lesquelles on introduit au besoin du sable entre les surfaces frottantes (1).

M. Meynier a fait diverses expériences pour déterminer la puissance du frein dans ces divers modes d'action, et suivant que les roues étaient seulement embarrées ou que les sabots pressaient

(1) Note sur les wagons-freins employés sur les plans inclinés du Chemin de fer de Montrambert, par M. Meynier, ingénieur divisionnaire des Mines de la Loire. (Correspondance des élèves brevetés de l'Ecole des Mineurs de St-Etienne, 3e série, n° 9).

sur les rails secs sans l'emploi du sable, ou qu'ils pressaient sur les rails avec intervention du sable, le coefficient de frottement avait successivement pour valeur

0,192 0,354 0,399

Dans le cours de ces expériences, les rails étaient parfaitement secs, et de là vient que l'interposition du sable n'a produit qu'un faible accroissement de résistance.

La puissance de l'appareil est, toutefois, plus que double de ce qu'elle est sur le wagon-frein du plan de Liége, où le frottement se fait en général fer contre fer.

Il ne faut pas s'abuser néanmoins sur l'efficacité de ce système, et l'on trouve ainsi que sur la pente de 8/100 du plan automoteur, c'est à peine si, par l'intervention d'un wagon-frein à sabliers et du poids de 4000 kil., l'on pourrait arrêter à 100 mètres de distance un convoi de 3 wagons de charbon, chacun également du poids de quatre tonnes.

En la restreignant dans ces limites, et à défaut d'un nombre suffisant de freins ordinaires, l'utilité des wagons-freins, pour le service des plans inclinés, est incontestable, et la masse qu'ils ajoutent aux convois n'a pas même, dans ce cas, d'inconvénient bien sensible, puisque les ma-

chines fixes sont toujours prêtes à les remonter dès qu'ils ont été détachés des trains. De même, dans les plans automoteurs, la prépondérance de la gravité des wagons pleins qui descendent, permet toujours d'attacher à la suite des wagons vides en remonte telle charge additionnelle.

Il n'en serait pas, à beaucoup près, de même, si les wagons-freins devaient faire partie des trains pendant toute la durée de la marche et sur les parties de la voie parcourue par les locomotives.

La faiblesse ordinaire des pentes les rendrait, il est vrai, beaucoup plus efficaces (1) que sur les

(1) Si l'on prend pour exemple la partie du Chemin de fer de Lyon à St-Etienne, qui descend de cette dernière ville à Rive-de-Gier, et sur laquelle la pente est de 14/1000, l'on trouve qu'il suffirait d'un wagon-frein pareil à ceux du plan incliné de Liége, et pesant comme eux 8000 kil., pour bien régler le mouvement d'un train de 40 tonnes, et si la vitesse ne dépassait pas celle de 5 lieues à l'heure, comme il arrive ordinairement sur cette partie de la voie, l'on pourrait toujours, dans les circonstances ordinaires, amortir assez promptement cette vitesse et arrêter le convoi à une distance de tel point donné qui ne dépasserait pas 100 mètres.

L'on obtiendrait le même résultat avec le wagon-frein à sabliers; mais l'emploi du bois et l'intervention du sable auraient ici les plus grands inconvénients tant sous le rapport de l'usure des appareils que sous celui de la détérioration des rails, parce que le frein agirait d'une manière constante, tandis que sur le plan automoteur, il ne doit agir qu'exceptionnellement.

On parvient, du reste, efficacement au même but, en armant de freins le cinquième des wagons, et l'on a le double avantage de diminuer la masse du convoi et de se dispenser de la remonte de lourds appareils accessoires.

Ces freins consistent en sabots que l'on applique contre les roues

plans inclinés ; mais ce serait imposer un notable surcroît de travail aux machines, et il arriverait, surtout pour les trains de grande vitesse, qu'elles ne seraient plus assez fortes pour vaincre la résistance additionnelle causée par la montée des rampes ou le parcours de courbes raides.

L'on éviterait ces inconvénients en adaptant le frein de M. Laignel aux voitures même de voyageurs, et surtout aux tenders ; mais là précisément est la difficulté pratique, et elle n'a pas encore été résolue d'une manière satisfaisante.

MM. Nozeda et de Travanet ont présenté, en 1844, un frein auquel ils ont donné le nom d'*automoteur*.

Il se distingue du frein ordinaire par l'addition d'une petite roue ou galet que le conducteur rapproche à volonté de l'une des roues de la voiture en mouvement. Le frottement qui s'établit alors détermine la rotation du galet, autour de l'axe duquel

consécutives au moyen de grands bras de levier. L'on manœuvre ces leviers au moyen de cordes passant sur des mouffles, et chaque wagonnier peut enrayer de la sorte les roues de deux wagons.

Ces freins n'agissent directement que sur les roues d'un seul côté, et il en résulte une grande tendance au décalage des roues opposées.

Il arrive souvent, en outre, que les wagonniers enrayent complétement plusieurs roues pendant une grande partie du parcours. C'est une très-mauvaise pratique à laquelle il faut surtout attribuer la rapide usure des rails et la déformation de beaucoup de roues. Dans la marche ordinaire, les freins doivent être serrés de manière à empêcher l'accélération de la vitesse, sans que les roues cessent jamais de tourner.

s'enroule une chaîne, dont le mouvement entraîne l'extrémité d'un levier à double effet et fait mouvoir des tringles qui agissent directement sur les sabots et les pressent contre les jantes.

Pour la mise en œuvre du frein, il suffit que le conducteur abaisse un levier qui mette le galet en contact avec l'une des roues tournantes. L'appareil agit alors de lui-même et devient automoteur, mais sa mise en jeu nécessite toujours l'intervention du conducteur.

Son action ne paraît pas d'ailleurs devoir être plus rapide que celle des freins ordinaires, et le fait a été confirmé par des expériences entreprises l'année dernière sur le chemin de fer de St-Etienne à Lyon.

M. Fleury Merck présente plusieurs variétés de freins. L'un d'eux, qu'il désigne sous le nom de frein extraordinaire, ne doit agir que dans le cas d'un choc brusque. Il se compose de sabots terminés par une partie circulaire et tels qu'ils puissent embrasser les roues et les soulever en se plaçant au-dessus d'elles.

A l'état ordinaire, ils se trouvent à une certaine distance de la jante, mais lorsqu'une secousse violente vient à se produire, les tampons des ressorts placés entre les voitures poussent des tiges de fer qui décrochent dans leur mouvement des roulettes auxquelles les sabots sont suspendus.

Cet appareil est de construction compliquée, et son jeu nécessiterait l'intervention de plusieurs ressorts. Il serait d'une application difficile et n'aurait peut-être pas la solidité suffisante. On ne voit pas de plus comment se ferait le dérayage, et ce serait un frein qui ne pourrait servir que dans des cas exceptionnels.

Or, il importe pour éviter des complications et même des impossibilités de construction, que ce soit le même appareil qui serve dans tous les cas où il est besoin d'arrêter. On ne saurait non plus donner son assentiment à des freins susceptibles d'agir sans l'intervention de conducteurs. Tout sur un chemin de fer doit dépendre d'une volonté intelligente, et, quoiqu'on fît, il pourrait arriver que l'appareil venant à fonctionner hors de propos, devînt lui-même une cause d'accidents graves.

Un autre frein, présenté par M. Merk, consiste dans l'application sur la jante des roues, de sabots pressés au moyen de vis, mais l'on se trouve alors dans le cas du système ordinaire.

C'est aux appareils précédents que se rapportent les plans et mémoires soumis l'année dernière à l'Académie par M. Merk. Ce laborieux inventeur n'a pas cessé depuis lors de s'occuper du même objet, et le nouveau frein qu'il propose et dont il a fait exécuter un modèle en relief, est bien supérieur

sous le rapport de la simplicité de la construction et de la facilité de la manœuvre à celui qu'il avait imaginé d'abord.

L'enrayage se fait toujours au moyen de sabots frottant contre les rails, et nous retrouvons ici l'idée principale de M. Laignel; mais, dans le système de M. Merk, et comme l'a fait M. Meynier pour son frein-heurtoir des plans inclinés de Montrambert, le sabot s'engage sous la roue, et c'est elle qui, s'appuyant sur lui, le presse directement contre le rail.

Dans l'état de marche ordinaire, le sabot se trouve à une petite distance de la roue et du rail, mais qu'il devienne nécessaire de modérer la vitesse, le conducteur n'a qu'à renverser un levier pour qu'une chaîne engrène dans un pignon qui la tire et entraîne à sa suite le sabot contre la jante de la roue.

Ce frein peut être regardé comme une application aux voitures des chemins de fer d'un système fréquemment employé sur les routes de terre. Toutefois, la disposition en forme de biseau qu'il faut donner à l'une des extrémités du sabot, pour qu'elle puisse pénétrer sous la roue et le jeu qu'il est nécessaire de laisser dans une sorte de plan incliné, pour permettre à l'ensemble du frein de descendre, laissent des doutes sur la solidité

qu'aurait cet appareil, et il convient d'attendre à cet égard la sanction de l'expérience.

Un chef d'atelier aux Brotteaux, a conçu l'idée de se servir des sablières même de la voiture comme sabot, et lorsqu'il veut produire un arrêt, il fait jouer un mécanisme qui permet à la caisse de descendre tout entière, de sorte que des concavités creusées dans la sablière viennent s'appliquer contre la jante. Il est clair que ce système aurait une grande rapidité d'action, mais la difficulté de redressement de la caisse ferait qu'on ne pourrait s'en servir que comme frein extraordinaire. On ne voit pas, en outre, comment le mécanisme de descente pourrait être établi sans que la solidité de la voiture même fût singulièrement compromise, et l'on sait que cette condition de solidité est essentielle sur un chemin de fer.

A la suite de cette invention se placent les procédés qui consistent à laisser tomber sur la voie, soit une caisse de wagon, soit un poids très pesant dont le frottement contre le sol déterminerait la production d'une grande résistance. Il est clair que ces appareils énergiques ne pourraient être placés que sur la dernière voiture des trains, et comme il faut un certain nombre de secondes pour qu'un signal parvienne du machiniste ou du premier conducteur à l'ouvrier placé sur cette voiture et qui

disposerait de l'appareil, la résistance ne pourrait dans la plupart des cas être produite instantanément, d'autant que le ralentissement de la locomotive tend immédiatement à rendre lâches toutes les chaînes d'attache. Ce serait, d'ailleurs, ajouter aux trains une voiture embarrassante pour la manœuvre ordinaire et qui ne pourrait avoir une action énergique, sans la condition d'un poids considérable, par suite sans occasionner une grande addition de résistance pour la marche ordinaire.

Il pourrait, toutefois, y avoir lieu de subir ces inconvénients graves, s'il s'y rattachait un véritable intérêt de sécurité ; mais l'on a déjà vu qu'elle serait suffisamment sauvegardée par l'application de freins à toutes les voitures du convoi.

M. Roussy, chef d'atelier à Lyon, et qui s'est déjà signalé par plusieurs inventions importantes, propose deux espèces de freins.

L'un se compose de ressorts ou sabots en fer, terminés en biseau, et que le conducteur pourrait laisser tomber sur les rails, de sorte que les roues montant dessus devinssent immobiles.

Nous retrouvons ici le système des sabots ordinaires, déjà proposés par plusieurs inventeurs, moins les accessoires destinés à donner de la solidité à l'appareil et à faciliter son jeu.

Le second frein, proposé par M. Roussy, se distingue par une idée tout-à-fait nouvelle.

Elle consiste à disposer symétriquement autour de l'axe de chaque roue trois secteurs, séparément mobiles autour de pivots et terminés par une courbure telle qu'en faisant tourner l'ensemble, leurs surfaces d'abord éloignées de la jante viennent s'appliquer contre sa face intérieure. Pour déterminer le mouvement de ces excentriques, M. Roussy se sert d'un poids que le conducteur, en lâchant un simple déclic, abandonne à lui-même et qui tombe jusqu'à ce que le frottement des surfaces des secteurs contre la concavité de la jante des roues, ait fait cesser le mouvement de rotation.

On doit louer, dans cet appareil, la simplicité et la solidité du mécanisme, la facilité de la manœuvre et la rapidité de l'action. Ce frein a, en outre, le grand avantage que la roue est pressée d'une manière symétrique, de telle sorte que les tourillons de l'essieu ne s'y trouvent pas comme dans les freins ordinaires, soumis à de brusques et fortes pressions.

Les observations précédentes suffisent pour montrer que les freins imaginés par MM. Laignel et Roussy doivent être placés en première ligne, à raison des conditions de solidité, de simplicité et de facilité de manœuvre qu'ils présentent, et plus en-

core en considération des idées véritablement nouvelles dont ils sont des applications l'un et l'autre.

M. Laignel est, en outre, depuis longtemps connu comme auteur d'autres inventions remarquables, telles, par exemple, que son système de parachocs ou chaînes à câbles, propres à amortir par la rupture successive de ces câbles l'intensité des forces vives à la rencontre d'un obstacle, et le dispositif ingénieux et original au moyen duquel il neutralise les effets de la force centrifuge dans les courbes des chemins de fer.

Ces éminents services rendus à l'industrie ont récemment engagé l'Académie des sciences de l'Institut de France à décerner à M. Laignel le grand prix relatif aux arts insalubres, et l'Académie de Lyon marchant modestement sur les traces de cette illustre Compagnie, s'empressera de lui décerner l'une des médailles fondées par M. le duc de Plaisance, pour l'encouragement des découvertes utiles aux arts et à l'industrie.

Une même récompense nous paraît devoir être décernée à M. Roussy, non pas seulement à raison de l'ingénieux système des freins qu'il propose, mais encore à cause des inventions diverses par lesquelles il s'est signalé.

Parmi ces inventions, nous nous bornerons à signaler ici le brocard à double relief, de 120 cen-

timètres de large, qu'il exécuta en 1827, en supprimant la moitié des cartons employés dans la méthode ordinaire et le régulateur dont il se sert avec un grand avantage pour tisser de fortes étoffes, et qui introduit dans la fabrication une homogénéité parfaite.

C'est avec un véritable bonheur que l'Académie se plaît à signaler et à récompenser le mérite de l'un de ces laborieux et modestes ouvriers qui ont si puissamment contribué au développement et à la prospérité de l'industrie lyonnaise de Lyon, et qui, nonobstant les concurrences, s'élevant de toute part, sauront la maintenir dans le rang élevé qu'elle occupe.

Il nous paraît enfin que les systèmes proposés par MM. Merk et Nozeda sont dignes de mentions honorables, et nous proposons à l'Académie d'engager ces estimables inventeurs à persévérer dans leurs recherches et à les soumettre le plus tôt possible à la sanction de l'expérience.

ÉLOGE

D'ALPHONSE DUPASQUIER,

PAR M. AMÉDÉE BONNET,

Lue dans la séance publique de l'Académie de Lyon,
le 9 janvier 1849.

Messieurs,

Lorsqu'un membre de l'Académie succombe, un de nous, chargé d'exprimer les sentiments du corps entier, dépose sur sa tombe un tribut d'éloges et de regrets. Cet hommage témoigne des sentiments de confraternité qui nous animent tous, il honore celui auquel il s'adresse, et il apporte une consolation aux douleurs de la famille et de l'amitié.

Cependant, rendu en présence d'une tombe qui vient de se fermer, et dans un lieu qui ne permet guère que l'expression des regrets, il a le caractère d'un adieu bien plus que celui d'une appréciation, il s'adresse aux vertus de l'homme privé, bien plus qu'aux travaux de l'artiste ou du savant.

Limité par le temps, par les tristes préoccupa-

tions, il ne permet qu'une exposition incomplète, qu'un examen insuffisant des productions d'un auteur. Dès-lors, il ne peut suffire à ceux dont la vie a été remplie par une longue succession de travaux et d'utiles découvertes. Pour ces hommes rares, la justice demande une appréciation faite avec le temps et la maturité convenables, lue dans une réunion que l'amertume d'une perte récente n'enlève point à la réflexion scientifique.

Ces considérations m'ont conduit, Messieurs, à étudier, dans leur ensemble, et à résumer devant vous les œuvres de M. Alphonse Dupasquier, que l'Académie, la Martinière et l'École de Médecine ont eu la douleur de perdre, il y a moins d'une année. Par l'importance de ses découvertes, de son enseignement et de ses écrits, par celle des questions auxquelles son nom doit rester attaché, M. Dupasquier avait droit à cet hommage spécial. En cherchant à le lui rendre, je crois accomplir un acte de justice, et je suis convaincu, Messieurs, que je réponds à vos sentiments intimes, tant sont nombreux les amis que s'était faits M. Dupasquier, par la bienveillance de son caractère, par sa loyauté et son amour du bien.

Au milieu de l'agitation dans laquelle nous vivons, vous vous reporterez avec un sentiment de tristesse sereine vers cette existence calme et dé-

vouée à l'étude ; vous penserez aussi qu'il est digne des corps savants, de ne pas se borner, le lendemain d'une mort, à l'expression de la douleur récente, et de rappeler, lorsque l'attention publique s'en éloigne, le nom et les travaux des hommes qui ont bien mérité de la science, et que la Compagnie s'honore d'avoir comptés dans son sein.

Vous me permettrez de ne pas m'arrêter à des détails biographiques qui sont encore présents à votre mémoire, et de passer rapidement sur l'énumération des titres de M. Dupasquier. Les individus peuvent se réjouir des distinctions qui leur sont accordées ; leurs familles peuvent en conserver le souvenir, comme un témoignage d'honneur pour ceux qui leur sont chers ; mais la postérité, plus sévère, demande moins à un homme les places qu'il a occupées, que l'usage qu'il en a fait, les honneurs qu'il a obtenus que les services qu'il a rendus à son pays, les vérités qu'il a acquises à la science.

En examinant, à ces derniers points de vue, la vie de M. Dupasquier, j'aurai à passer des recherches de médecine à celles d'hygiène ; des découvertes chimiques à des productions littéraires. Cette succession de sujets si divers, et n'ayant entr'eux que des rapports éloignés, entraînera peut-être quelque confusion dans mon travail,

mais elle sera pour vous la preuve de l'activité d'esprit et des labeurs persévérants du collègue regrettable dont j'entreprends d'analyser les travaux.

Les écoles de Broussais et de Laënnec dominaient la médecine, à l'époque où M. Dupasquier étudiait cette science et commençait à l'appliquer. La première, celle de Broussais, se laissait entraîner vers l'explication hypothétique des phénomènes et vers les inductions les plus illégitimes déduites de ces hypothèses; la seconde, celle de Laënnec, tout en rendant des services durables à la connaissance des lésions et à celle du diagnostic, ne voyait dans les malades que des sujets d'observation, et oubliait trop que, si la médecine est l'art de connaître, c'est avant tout l'art de traiter les maladies.

Malgré l'entraînement qu'exercent toujours sur la jeunesse les premiers maîtres qu'elle a entendus, les premiers exemples qu'elle a eus sous les yeux, M. Dupasquier sut se défendre des séductions de la nouveauté, et suivant l'exemple que lui avaient donné ses maîtres et ses collègues à Lyon, il consacra toutes ses recherches à l'étude expérimentale de la thérapeutique. Ses premiers travaux, dans cette direction, datent de 1826.

Il publia, à cette époque, un mémoire sur le

traitement du rhumatisme aigu, par les fumigations de camphre, et, quelques années plus tard, le journal de médecine qu'il avait fondé de concert avec M. Gensoul, contenait son travail sur la nécessité de faire suivre la ponction du ventre dans l'hydropisie ascite, de l'emploi des diurétiques appropriés.

Le premier de ces mémoires confirmait les préceptes donnés par le docteur Amable Cheize; et le second ceux qu'avait recommandés Monro le fils, dans un travail sur l'hydropisie ascite. Avant de cultiver un terrain qui lui fut spécial, M. Dupasquier soumettait ainsi, à l'examen du raisonnement et des faits, les assertions émises par d'autres auteurs; il en était, si je puis m'exprimer ainsi, en me servant d'un langage emprunté aux arts du dessin, il en était à sa première manière. C'était bien le traitement des maladies qui le préoccupait, mais ce n'était pas le traitement envisagé à un point de vue qui lui fut propre.

Plus tard, suivant la pensée qui me paraît l'avoir particulièrement animé, il chercha à faire tourner les progrès de la chimie à l'avancement de la thérapeutique; c'est dans cette vue qu'il expérimenta l'hyposulfite de soude, principe minéralisateur de quelques eaux, dont l'action restait à déterminer; il démontra, avec cette rigueur de

preuve qui abonde dans tous ses écrits, que les hyposulfites ne doivent pas être rapprochés des sulfures, sous le rapport de leur action thérapeutique, mais bien des sulfates alcalins; qu'ils sont purgatifs, comme ces derniers, et que leur présence n'ajoute rien aux propriétés hépatiques des eaux dans lesquelles on les rencontre. C'est ainsi que, cherchant les effets des divers produits de la distillation du charbon de terre, il pensa à expérimenter les plus importants d'entre eux; il appliqua la naphtaline au traitement des catarrhes pulmonaires, et adoptant un mode d'administration beaucoup trop négligé, il en fait pénétrer les vapeurs dans le poumon par les voies respiratoires.

Mais de tous les travaux thérapeutiques qu'a fait M. Dupasquier, celui qui méritait et qui a obtenu le plus de retentissement, est le perfectionnement qu'il a apporté à la préparation de l'iodure de fer, et l'application qu'il en a faite au traitement de la phthisie pulmonaire.

Grâce à lui, on sait aujourd'hui que l'iodure de fer ne peut être innocent qu'à la condition d'être préparé extemporanément, et de telle manière que l'iode soit complètement neutralisé par le fer.

En suivant les procédés qu'il a fait connaître, on n'est plus exposé, comme on l'était auparavant, à donner un remède dans lequel l'iode, mis

en liberté, peut déterminer les effets toxiques les plus fâcheux.

Les espérances que M. Dupasquier avait conçues des avantages de l'iodure de fer dans le traitement de la phthisie se sont-elles réalisées? faut-il partager les regrets qui attristaient sa pensée, lorsqu'il rappelait les luttes infructueuses qu'il avait dû livrer pour répandre les convictions qui l'animaient sur l'utilité de rétablir l'iodure de fer. Les opinions restent partagées à cet égard. Mais si la puissance du mal résiste souvent à l'efficacité du remède, l'utilité qu'il a eue dans quelques cas plus favorables n'en reste pas moins réelle.

M. Dupasquier se fut-il exagéré, du reste, l'importance de sa découverte, ne faudrait-il pas voir dans son illusion cet entraînement de l'homme de bien, heureux de croire qu'il a résolu un problème dont la solution importe tant à l'humanité et qu'il a scruté avec une ardeur infatigable.

Honorons les savants dans toutes les pensées qui les animent, qui les soutiennent dans les longues recherches, qui produisent toujours, quand elles sont consciencieuses, un résultat utile lors même qu'il est borné.

Ce n'est pas seulement à la médecine pratique que la chimie peut être appliquée avec avantage; les lumières qu'elle donne ne sont pas moins uti-

les pour éclairer les questions hygiéniques, pour apprécier le degré d'insalubrité de certaines industries et pour diminuer les dangers qu'elles entraînent.

Cette liaison intime de la chimie et de l'hygiène devait conduire M. Dupasquier à s'occuper de cette dernière science, en l'envisageant surtout dans ses rapports avec la première.

C'est dans cet ordre d'idées qu'il rédigea son travail sur les établissements à fonder dans la presqu'île Perrache, premier mémoire qu'il ait publié sur les moyens de garantir la salubrité publique.

Chacun sait qu'avant l'établissement de la chaussée qui s'étend le long du Rhône, depuis le cours du midi jusqu'au pont de la Mulatière, les eaux du Rhône et de la Saône arrosaient le vaste delta qui prolonge l'espace occupé par l'ancienne ville de Lyon. A l'aide de la levée qui porte encore son nom, l'architecte Perrache repoussa les deux fleuves jusqu'au lieu où ils opèrent aujourd'hui leur jonction. Mais ce beau travail dont nous apprécions les heureuses conséquences fut loin d'être immédiatement utile. Les terrains bas que le courant du Rhône cessa de traverser devinrent des marécages alternativement couverts ou délaissés par les eaux ; véritables foyers pestilentiels, placés au midi de Lyon, ces marais furent la source de

fièvres intermittntes, souvent pernicieuses, et qui produisirent de grands ravages dans la partie méridionale de la cité à la fin du dernier siècle et au commencement de celui-ci. Tirer un parti utile des terrains enlevés au courant des eaux, faire cesser l'insalubrité qui avait été le premier effet de cette vaste opération, tel fut donc le problème qui dût préoccuper l'administration.

Ce problème a été résolu depuis par la création d'un chemin de fer et d'un vaste établissement pour l'éclairage au gaz, industries qui n'avaient reçu, en 1825, aucune application dans le département du Rhône par les constructions si étendues qu'exige le génie militaire et par le transport des abattoirs que la plupart d'entre nous ont vu déshonorer encore il y a quelques années l'intérieur de notre ville. Avant l'exécution de ces vastes travaux, on avait projeté de construire dans la presqu'île Perrache des établissements de diverses natures, et, en particulier, des fabriques de produits chimiques. En 1826, l'autorité consulta sur ce projet la Société de médecine. Celle-ci répondit par l'organe de M. Dupasquier à toutes les questions d'hygiène publique qui lui étaient posées. Dans ce travail, l'auteur passait en revue les diverses industries dont on proposait la création, il montrait les établissements qui devaient être repoussés, les limites auxquelles

on devait astreindre ceux qui offraient le moins d'inconvénients, et il entrait dans le détail des précautions spéciales auxquelles ces derniers devaient être assujétis, pour n'exercer aucune influence désagréable ou nuisible.

Il faisait, dès cette époque, une belle application des connaissances chimiques que plus tard il devait pousser si loin; son travail fut accueilli avec beaucoup de faveur; la Société de Médecine l'accepta comme l'expression de sa propre pensée.

Onze ans plus tard, M. Dupasquier fut nommé membre du conseil de salubrité, de ce conseil qui a rendu tant de services au département du Rhône et dont les travaux longtemps ignorés peuvent être appréciés dignement aujourd'hui qu'ils ont pris place dans le remarquable ouvrage de deux de nos collègues, MM. de Polinière et Monfalcon. Les connaissances spéciales de M. Dupasquier, son zèle à remplir les fonctions dont il était chargé, le firent désigner comme rapporteur d'un grand nombre de commissions; je voudrais qu'il me fut possible de résumer ici les mémoires qu'il rédigea pour répondre aux questions de l'autorité. Vous y verriez avec quelle consciencieuse attention il étudiait tous les sujets dont l'examen lui était confié et par quel luxe de développements et de preuves, il appuyait ses opi-

nions. Cependant quelque soit l'importance de ses rapports, et celle de ses recherches sur quelques autres points d'hygiène, tels que les effets produits par les vapeurs de phosphore sur les ouvriers, aucun d'eux ne mérite de nous arrêter aussi longtemps que son travail sur les eaux potables en général, et sur celles de Lyon en particulier.

Placée entre deux cours d'eau considérables et dont l'un roule à la mer des eaux toujours salubres et habituellement limpides et fraîches, la ville de Lyon semble devoir être favorisée d'une abondante distribution d'eaux potables, et cependant, elle en est réduite, elle que deux rivières enceignent de trois côtés, aux eaux de puits, rendues insalubres dans quelques parties par la nature des terrains à travers lesquelles elles filtrent, insuffisantes dans les quartiers élevés pour les besoins domestiques, et ne permettant d'établir ni fontaines jaillissantes ni cours d'eaux pour l'irrigation des rues et le nettoiement des égoûts.

La nécessité de faire cesser un état de choses aussi déplorable est senti depuis plus d'un demi siècle; et dans cette période de temps plusieurs sociétés savantes et plusieurs administrations ont cherché à doter la ville d'une distribution d'eaux fraîches, limpides et pures, suffisantes pour satisfaire tous les besoins individuels, et concourir à

l'ornement et à la propreté de la cité. Mais jusqu'ici rien n'a été réalisé et les plans sont restés à l'état de projets.

Tandis que Marseille recueille les eaux de la Durance et les amène de vingt lieues dans ses murs par des travaux gigantesques qui dépassent ceux qui sont dûs à la puissance romaine; tandis que Dijon voit dans toutes ses rues couler des ruisseaux d'eaux de source, amenés par un canal de dérivation; que Toulouse puise les eaux de la Garonne, toujours rafraîchies et clarifiées, dans les galeries où elles arrivent par une filtration à travers des bancs de graviers; en un mot, pendant que la plupart des villes de France ont profité de la prospérité et de la paix dont nous avons longtemps joui pour se procurer une abondante distribution d'eau potable, recueillie par des procédés divers, en rapport avec le milieu dans lequel elles sont placées, Lyon en est réduit à des moyens insuffisants et primitifs, à ceux dont jouissent les villes du dernier ordre. Quand cessera une situation si déplorable? Quelle est l'administration qui aura la gloire de distribuer l'eau dans toutes les maisons, dans toutes les rues, sur toutes les places, et de la porter même à domicile, comme le gazomètre central distribue aujourd'hui la lumière? Nous ne pouvons le présumer encore, et

suivant toute apparence, la réalisation de ce plan est encore bien éloignée.

Cependant, quelle que soit l'époque ou il sera mis à exécution, la postérité devra tenir compte de tous les savants qui par leurs recherches auront préparé cette grande amélioration hygiénique. Parmi ces savants, M. Dupasquier tiendra sûrement une des premières places, tant l'ouvrage qu'il a publié sur les eaux de sources et de rivières en général, et sur celles des environs de Lyon en particulier, est capital en cette matière.

La question importante à résoudre dans le grand débat que soulève la distribution des eaux potables à Lyon est celle de savoir, si l'on doit préférer les eaux de source, de la rive gauche de la Saône, ou les eaux du Rhône ; amener les premières par un canal souterrain, ou se servir des secondes, préalablement clarifiées par une filtration naturelle.

M. Dupasquier se prononça pour le premier projet, c'est-à-dire, pour les eaux de Royes, Neuville, Ronzier et Fontaine, et il développa ses idées avec une si grande réunion de preuves qu'il entraîna pendant quelques années toutes les convictions. Depuis cette époque, une réaction favorable aux eaux du Rhône manifestée, soit dans l'administration municipale. Il est possible, il est pro-

bable même, que le système en faveur duquel l'ouvrage de M. Dupasquier a été écrit, succombera dans la pratique, mais la valeur des travaux solides et consciencieux ne dépend pas de circonstances accidentelles, et quelque soit le parti adopté, on n'oubliera ni les analyses qu'a faites M. Dupasquier des eaux de sources et de celles du Rhône, ni ses observations sur la température, la limpidité et les applications diverses des unes et des autres.

L'histoire locale dira que ce fut son ouvrage qui fut surtout le point de départ des recherches et des discussions utiles dont la question des eaux a été l'objet. Publié en 1840, ce livre était si avancé pour le temps que la Société de médecine lui décerna une médaille.

Ce ne sont pas cependant les recherches locales, quelque importantes qu'elles soient qui recommandent spécialement ce travail; le vrai savant qui s'occupe d'une question spéciale, ne tient pas sa vue étroitement fixée sur un objet de détail; il s'élève plus haut, il remonte aux principes, et si ces derniers ne sont qu'imparfaitement établis, il les scrute et il les crée au besoin.

C'est ce que fit M. Dupasquier. En comparant entre elles les eaux qui coulent autour de Lyon, il s'aperçut que la science n'était pas fixée sur la

question de savoir quelle valeur l'on doit assigner à la présence des divers sels calcaires dans les eaux qui servent à la boisson et aux usages domestiques.

On croyait avant lui que les sels calcaires empêchaient indistinctement l'eau de dissoudre le savon, et de cuire les légumes ; il découvrit que cette funeste propriété n'appartient qu'au sulfate et au chlorure de chaux, et que le carbonate de même base, du moins lorsqu'il n'est pas en grande quantité, comme dans les eaux de Sainte-Allyre, en Auvergne, n'enlève aux liquides dans lesquels il est dissous, aucune de ses qualités, et dès lors que sa présence dans les eaux de source de la rive gauche de la Saône ne doit pas les faire rejeter.

Aussi, son livre devint une sorte de monographie des eaux potables, où ce qui est particulier à la ville de Lyon se mêle et se confond sans cesse avec les considérations de pure science, applicables à tous les temps et à tous les lieux.

Comme tous ceux qu'un ordre de recherches a spécialement préoccupé, M. Dupasquier n'abandonna point la question des eaux potables. Il continua à rechercher les moyens d'en déterminer les qualités avec une exactitude de plus en plus grande, et, l'année dernière, il publiait encore dans les Mémoires de l'Académie de Lyon les recherches par

lesquelles il avait réussi à apprécier, à l'aide des changements de couleur qu'éprouve le chlorure d'or, mis en ébullition dans une eau potable, la présence et même les proportions des matières organiques. La même publication contenait les perfectionnements qu'il avait ajoutés aux moyens déjà connus de déterminer l'existence du carbonate de chaux dans les eaux ordinaires. Après y avoir versé de la teinture alcoolique de bois d'inde, il obtient des changements de coloration, qui, aidés de quelques observations secondaires, lui permettent d'apprécier approximativement les proportions du bicarbonate calcique.

L'analyse des travaux de M. Dupasquier sur les eaux potables nous conduit naturellement à celles des recherches qu'il a faites sur les eaux minérales en général, et sur les eaux sulfureuses en particulier. S'il est une question scientifique à laquelle son nom doive rester attaché, c'est sans doute, celle que nous soulevons en ce moment.

Tous ceux qui ont étudié les eaux sulfureuses savent quelles précautions multipliées, quelle variété d'instruments et quelle longueur de temps exigeait avant M. Dupasquier la détermination de la quantité de soufre contenue dans une eau, à l'état d'acide sulfhydrique, ou à celui de sulfhydrate.

Si l'on précipite le soufre au moyen du nitrate d'argent ammoniacal, suivant la méthode de Grotlhus adoptée par tous les chimistes de notre temps, et en particulier par M. Anglada (1), non seulement l'analyse exige plusieures heures, mais il faut pour l'exécuter des flacons, des entonnoirs, des papiers à filtre, du nitrate d'argent, de l'ammoniaque, de l'acide acétique et enfin une balance de précision.

Avec des moyens aussi compliqués, il était difficile d'analyser à leur source les eaux sulfureuses, et par suite d'arriver à des résultats précis. L'on ne pouvait qu'avec grand peine vérifier les recherches déjà publiées, et dans les comparaisons que l'on essayait d'établir, il y avait lieu de craindre que les différences observées entre diverses eaux ne tinssent en partie aux différences des procédés mis en usage.

Toutes ces difficultés, toutes ces incertitudes,

(1) Voici par quelle série d'opérations il faut passer pour arriver à la détermination précise de la quantité de soufre précipité : filtrer le liquide, recueillir le précipité, laver celui-ci avec l'acide acétique pour lui enlever les carbonates de chaux et de magnésie qui peuvent être mélangés avec le sulfure d'argent ; filtrer une seconde fois, recueillir le précipité et le laver avec de l'ammoniaque pour enlever le chlorure d'argent, filtrer une troisième fois, dessécher le précipité, qui ne doit plus contenir que du sulfure d'argent, le peser et d'après des calculs basés sur la connaissance des proportions chimiques, déduire la quantité d'acide sulfydrique gazeux, contenu dans l'eau à analyser.

toutes ces complications ont disparu depuis l'invention du sulfhydromètre. Un tube gradué, de la teinture d'iode, et quelques grammes d'amidon, voilà les moyens simples, peu nombreux, faciles à transporter, avec lesquels M. Dupasquier détermine, sans filtration, sans pesées, et en moins de trois ou quatre minutes, la quantité de soufre contenue dans une eau. Et, que l'on ne croie point que la commodité et la simplicité du moyen ne s'acquièrent ici qu'aux dépens de la précision; la sûreté des résultats est aussi grande que la facilité pour les obtenir. A défaut de preuves expérimentales, qu'il serait trop long d'exposer ici, il me suffira de dire que MM. Dumas et Pelouze, chargés de faire un rapport à l'Institut sur la méthode de M. Dupasquier, lui ont donné la plus entière approbation.

La sulfhydrométrie est trop importante, elle occupe une trop grande place dans les travaux de notre collègue, pour que je ne dise point comment il fut conduit à sa découverte, et comment il la porta au degré de perfection où nous la voyons aujourd'hui.

En versant goutte à goutte dans l'eau sulfureuse d'Allevard, de la teinture d'iode, réactif qui n'avait pas été employé avant lui dans l'analyse des eaux minérales, M. Dupasquier remarqua que dans

le début de l'opération, l'eau sulfureuse ne se colorait point en jaune, mais qu'elle devenait blanchâtre et lactescente; tant que durait cette précipitation, la solution d'amidon ne changeait pas de couleur, malgré l'énorme quantité de teinture d'iode employée. Une goutte de plus de réactif suffit pour tout changer, l'eau minérale prit une teinte jaunâtre, et quelques gouttes de solution d'amidon lui communiquèrent une belle couleur bleue.

M. Dupasquier comprit parfaitement que, dans cette expérience, l'iode, rendu liquide par l'alcool, et par conséquent très-divisé, réagissait immédiatement sur l'acide sulfhydrique, s'emparait de son hydrogène, et précipitait le soufre à l'état d'hydrate. Tant qu'il restait une trace d'acide sulfhydrique, l'amidon n'était point coloré en bleu par l'iode, mais dès que celui-ci ne trouvait plus d'hydrogène avec lequel il put se combiner, il réagissait sur l'amidon, et devenait immédiatement reconnaissable.

Réfléchissant sur les conséquences à déduire de ces remarquables observations, l'auteur en conclut que l'on pourrait déterminer la quantité d'acide sulfhydrique contenue dans une eau minérale d'après la quantité d'iode que l'on pourrait y verser, sans que l'amidon fut coloré en bleu, il pensa

que le poids de cet iode pourrait être déterminé, sans balance, en le dissolvant dans l'alcool à un titre déterminé, et le faisant écouler d'un tube rigoureusement gradué.

C'est en partant de ces principes que M. Dupasquier créa la méthode simple, précise et usuelle dont je démontrai plus haut la supériorité sur toutes les méthodes usitées avant lui.

Ce moyen d'analyse est aujourd'hui enseigné dans tous les cours, exposé dans tous les ouvrages et il reçoit chaque jour d'utiles applications.

Je parcourais, il y a quelques années, les eaux minérales des Pyrénées, et lorsque j'allais recueillir auprès des médecins chargés de l'administration de ces eaux, des renseignements sur la nature et les propriétés des sources dont ils dirigeaient l'emploi, il n'en est pas un seul qui ne me parlât du sulfhydromètre de M. Dupasquier, qui ne l'eût à sa disposition, et qui n'en eût fait usage.

A Bagnères de Luchon, à Barèges, à St-Sauveur, à Cauterèts, aux Eaux-Bonnes, partout où je dirigeai mes courses, je trouvai la découverte de M. Dupasquier; et, à Bagnères de Luchon, je pus constater, de concert avec M. Fontan, à qui la science doit aussi de belles recherches sur les eaux des Pyrénées, tout le parti que l'on pouvait tirer du sulphydromètre.

Dans une visite de moins de deux heures, M. Fontan détermina la quantité de soufre, de douze sources, sortant par des fentes séparées du rocher. J'étais heureux de voir ces belles applications des découvertes de notre compatriote; j'étais fier du retentissement qu'avaient ses travaux, dans des contrées si éloignées de nous, et, en même temps, j'y voyais un reflet d'honneur se reportant sur notre école, j'y puisais un encouragement pour tous ceux qui se livrent à des travaux consciencieux et utiles. Le travail du savant, même lorsqu'il habite une ville de province, peut donc retentir au loin, puisque celui de notre collègue, sorti de l'enceinte des Académies et des Écoles, avait un écho lointain jusqu'au milieu de ces vallées qui semblent si loin de la civilisation.

Vous connaissez, Messieurs, les beaux travaux que M. Dumas a développés dans ses cours de chimie, sur les changements de combinaison qu'éprouvent sans cesse les corps élémentaires qui font partie des êtres organisés, l'oxigène, l'hydrogène, l'azote, le phospore, le soufre, etc. L'un des mémoires de ce brillant professeur qui fixa le plus l'attention publique, et qui touchait à cet ordre d'idées, fut celui qu'il présenta à l'Institut en 1846, et dans lequel il démontrait par quelles combinaisons diverses et successives passe le sou-

fre qui entre dans la composition des eaux minérales. La plupart des chimistes apprirent, pour la première fois, dans ce travail, que l'acide sulfhydrique qui se dégage de ces eaux, se transforme en acide sulfurique, dès qu'il a le contact d'une matière organique. Ce fait, l'un de ceux sur lesquels s'appuyaient surtout les développements de l'auteur, était connu depuis longtemps par les travaux de M. Bonjean, de Chambéry, et par ceux de M. Dupasquier. Ce dernier avait démontré, en effet, dans son ouvrage publié en 1841, sur les eaux d'Allevard, que la production spontanée d'acide sulfurique avait lieu, non-seulement à Aix, où M. Bonjean en avait reconnu la présence, mais à Allevard où personne ne l'avait recherché.

Ainsi, dans son étude approfondie des eaux sulfureuses, M. Dupasquier avait précédé M. Dumas, dans une découverte qui a vivement préoccupé les esprits, et servi de base à quelques-uns des plus beaux aperçus que la chimie ait présentés dans ces derniers temps.

Indépendamment des découvertes chimiques que nous venons de signaler, sur les eaux potables et sur les eaux sulfureuses, nous pourrions en citer un grand nombre qui sont dues à M. Dupasquier, et qui sont consignées dans divers recueils scientifiques : tels sont ses procédés pour débarras-

ser l'acide sulfurique de l'arsenic qu'il contient, par un courant d'hydrogène sulfuré qui précipite le métal à l'état de sulfure insoluble; ses recherches sur les moyens de démontrer simultanément la présence de l'iode et du brôme dans le fucus crispus et dans l'éponge calcinée, enfin ses observations sur un nouveau composé d'hydrogène et de fer.

Mais je dois me borner au simple énoncé de ses recherches, leur analyse me conduirait à des détails trop étendus pour le temps dont je puis disposer.

En exposant les découvertes chimiques de M. Dupasquier, j'ai cité deux des ouvrages qui sont sortis de sa plume : son *Traité des Eaux de sources et de rivières*, et son *Histoire chimique et médicale des Eaux d'Allevard*. Ces deux importantes publications furent suivies, quelques années plus tard, du premier volume de la chimie industrielle, que la mort l'a empêché de terminer. Achevé, cet ouvrage aurait comblé une véritable lacune dans l'enseignement. La *Chimie appliquée aux arts* de Chaptal, date d'une époque trop éloignée pour renfermer tous les faits et toutes les théories que doivent connaître les industriels de nos jours, et le *Traité de chimie appliqué aux arts* de M. le professeur Dumas, par son étendue et par la date de

publication de ses premiers volumes qui remonte à près de dix-huit ans, ne peut satisfaire lui-même les exigences de ceux qui veulent connaître les éléments et l'état présent de la science.

Tous ceux qui ont lu le premier volume de l'ouvrage de M. Dupasquier, peuvent dire combien il est regrettable qu'il soit inachevé. La clarté, la précision mathématique s'y trouvent jointes à une exposition complète de chaque question, à un discernement heureux des sujets importants et de ceux qui ne doivent être qu'effleurés, enfin à la citation toujours impartiale et juste des auteurs qui ont concouru aux progrès de la science.

Sans aucun doute, si la mort n'avait pas arrêté prématurément M. Dupasquier, il aurait complété son ouvrage avec la même conscience et le même succès qu'il l'avait commencé. Nous en avons pour garant, non seulement les manuscrits qu'il a laissés, mais son ardeur et sa persévérance qui semblaient s'être accrus avec l'âge; tandis que la plupart des hommes qui atteignent, comme lui, leur 55^{e} année, tendent à se reposer, quand ils ne l'ont pas fait plutôt, ou se bornent à ces exercices professionnels qui, devenus une sorte de routine, exigent à peine quelque application de l'esprit; M. Dupasquier poursuivait ses écrits et ses recherches avec une ardeur qu'aurait égalé

à peine la plus grande activité de la jeunesse.

A l'inverse de la plupart des savants qui ont produit leurs plus belles œuvres, avant l'âge de 40 ans, M. Dupasquier avait fait, à partir de cette époque de sa vie, tous les travaux qui illustreront son nom. Admirable fécondité que celle des hommes vraiment supérieurs, ils continuent à produire même à cette époque de la vie où tout invite au repos et à la jouissance des labeurs accomplis. Cuvier préparait de grandes publications, lorsque la mort le surprit dans sa 66^{e} année; et nous venons tous d'assister aux derniers moments de M. Berzélius qui, dans la longue maladie qui a mis fin à son existence, privé de l'usage de ses membres, mais conservant toute la force de sa pensée, continuait, au milieu de sa douloureuse vieillesse, à suivre, dans l'Europe entière, les mouvements de la science, et à guider les expérimentateurs dans leurs travaux.

Les découvertes et les écrits de M. Dupasquier ne peuvent être séparés de son enseignement. Ceux qui ont suivi le cours de chimie qu'il professait à l'Ecole de Médecine se rappellent tous comme il traitait les questions d'une manière complète, précise et méthodique. Ils savent avec quelle habileté il répétait les expériences, et comme dans son enseignement les faits de détail et les

vues d'ensemble s'enchaînaient avec logique.

Cependant, quelque remarquable que fut ce cours, il était moins digne d'être signalé que celui de la Martinière où M. Dupasquier a professé la chimie pendant douze années.

L'établissement de la Martinière est l'un des plus remarquables et des plus utiles que renferme notre cité ; les enfants du peuple y sont instruits gratuitement, et l'instruction qu'ils y reçoivent en forme des chefs d'ateliers dans la teinture, dans la fabrication des étoffes de soie et dans tous les arts qui se rattachent à la construction des édifices. La théorie y est toujours rapprochée des applications et des faits et les élèves s'y préparent tout à la fois à l'exercice manuel de leurs professions et à l'intelligence des perfectionnements que celles-ci peuvent réclamer.

Admirable institution ! elle éclaire le peuple et élève ses pensées; elle lui donne des fonctions, mais après l'en avoir rendu digne ; bien différente, en cela, d'utopies que nous avons vu naguère se produire au grand détriment des classes laborieuses, elle n'excite l'ambition qu'en donnant les moyens de la satisfaire, elle prépare des droits, mais avant, elle familiarise avec les devoirs.

C'est l'Académie de Lyon qui a tracé le plan général d'études qui est propre à la Martinière, c'est

elle qui a montré que la fondation du major-général Martin ne devait être ni un atelier, ruineuse et stérile imitation de ce que fait l'industrie privée; ni une école de sciences abstraites, que l'intelligence d'enfants sans éducation n'est point préparée à comprendre et qui ne pourrait faire germer en eux que d'ambitieuses et inapplicables prétentions.

Le but indiqué, il fallait découvrir les moyens de l'atteindre; pour rendre fructueux cet enseignement nouveau, il fallait des méthodes nouvelles, propres à éclairer l'esprit et à frapper les sens. M. Tabareau a eu l'honneur de satisfaire à ces exigences et de créer des méthodes utiles qui sont appelées à rendre des services, bien au-delà de l'étroite enceinte où elles ont été primitivement appliquées. Il les indiqua à M. Rey qui professa la chimie à la Martinière de 1832 à 1836, mais nous pouvons le dire sans cesser d'être juste envers lui, son idée première a reçu entre les mains de M. Dupasquier d'admirables développements, de fécondes conséquences.

J'ai assisté à l'une de ses leçons, de concert avec M. Donné, alors inspecteur des écoles préparatoires, et je ne saurais dire combien nous fûmes frappés l'un et l'autre de la nouveauté de la méthode et de la beauté des résultats.

Chaque groupe de deux élèves avait un petit la-

boratoire sur la table qui était placée au-devant de lui; éprouvettes, cuve à eau, tubes recourbés, verres à pied, agitateurs, réactifs, tout ce qui sert aux expériences ordinaires était à leur disposition. Pendant que le professeur analysait un sel ou recueillait un gaz, ils répétaient la même opération. Les expériences compliquées étaient seules en dehors de ces répétitions pratiques. Enfin, chacun d'eux avait une ardoise sur laquelle il écrivait sa réponse aux questions adressées par le professeur. Rien de curieux comme d'assister à l'examen que M. Dupasquier fit subir devant nous à tous ces enfants; ils n'étudiaient la chimie que depuis une ou deux années, ils étaient entrés à l'école n'ayant aucune notion de cette science, et ne connaissant guère que l'écriture et le calcul élémentaire, et, cependant ils répondaient avec une précision étonnante. M. Dupasquier leur demandait-il quelle était la formule de l'acide sulfurique; chacun d'eux écrivait sa réponse, tous les bras étaient levés, tenant l'ardoise tournée contre le professeur, et un coup d'œil jeté sur ces tableaux mobiles faisait discerner en un instant si la réponse était juste ou si elle était erronée. Nous fûmes étonnés de voir combien était familière aux élèves, cette chimie nouvelle qu'on peut appeler mathématique. La formule de plus de dix corps fut successivement demandée;

dans ce nombre se trouvaient des acides, des alcalis, des sels, à peine vîmes-nous une ou deux réponses erronées à chaque interrogation.

Notre étonnement fut bien plus grand encore lorsque choisissant des élèves de seconde année, et au hasard, nous leur donnâmes à déterminer des sels. Tous en précisèrent la nature avec une admirable justesse, et ce qui nous frappa le plus, ce fut moins le résultat obtenu que la suite de raisonnements logiques par laquelle chacun d'eux sut y arriver.

Sans aucun doute, ce serait faire une chose utile que de reproduire dans tous les cours réguliers de chimie, un enseignement semblable à celui que M. Dupasquier faisait à la Martinière. Il faudrait imiter dans tous ses détails le laboratoire commode et peu dispendieux, qui est mis à la portée de chaque élève. Il faudrait imiter aussi le professeur dans l'enseignement qu'il donnait, si méthodique, si propre à inspirer à la jeunesse le goût de la science, et à lui en faciliter l'acquisition.

La liste déjà bien longue des recherches que M. Dupasquier a pu terminer serait beaucoup plus étendue, si la mort lui eût permis de compléter toutes les œuvres qu'il méditait. Indépendamment de son Traité de chimie industrielle, dont un seul volume a paru, son Manuel de chimie à l'usage

des élèves de la Martinière, résumé en deux volumes, des leçons qu'il professait à cette école, est resté à l'état de manuscrit.

M. Dupasquier méditait encore un ouvrage non moins important et plus original, je veux parler d'un traité des eaux minérales.

Ses études spéciales sur les eaux sulfureuses avaient dirigé son attention sur ce sujet, il avait visité la plupart des établissements thermaux de la France et des pays voisins, il les avait étudiés en médecin, en chimiste et en géologue; indépendamment de sa monographie sur les eaux d'Allevard, il en avait publié sur les eaux salines de la Motte, sur une nouvelle source alcaline gazeuse, découverte à Vals, département de l'Ardèche, et enfin sur les eaux ferrugineuses de St-Clair. En comparant toutes ces recherches spéciales, il était arrivé à des opinions très remarquables, sur le rapport de la nature des eaux avec les terrains qu'elles traversent.

On peut le dire, sans être démenti par un homme compétent, aucun des ouvrages que possède la France, sur les eaux minérales, n'est propre à les faire connaître. Ce sont de simples dictionnaires, moins l'ordre alphabétique, dont les articles sont composés de matériaux incomplets, erronés, et fournis par une cupide partialité; M. Dupasquier

aurait comblé ces lacunes, toutes les questions scientifiques qui se rattachent aux eaux, auraient été traitées par lui avec une grande supériorité et une parfaite connaissance du sujet.

Cet ouvrage était, depuis plusieurs années, l'une de ses plus constantes préoccupations. Je ne puis me rappeler, à ce sujet, sans amertume, la dernière conversation que nous eûmes ensemble; pendant plus d'une heure, il me développa ses vues et ses recherches sur cette question. Il me disait ses plans pour l'avenir, les recherches qui lui restaient à faire, l'époque où il devait les publier, et pendant qu'il s'animait ainsi, à l'espérance de la gloire que devaient lui rapporter ses travaux, et de l'avenir lointain pendant lequel il pourrait les développer, je sentais mon âme brisée de tristesse, je contemplais l'affaissement de toute son attitude, l'altération de ses traits, et je recueillais les derniers éclairs de sa pensée, comme le testament scientifique d'un homme qui allait bientôt mourir. Triste et douloureux contraste entre la vigueur, les élans de l'âme et l'affaiblissement du corps ! Ce dernier jour, où je conversai avec notre ami, me rappellera toujours combien sa perte nous a privé d'utiles travaux, et à quel point sa vie scientifique était loin d'avoir porté tous ses fruits.

Lorsque tant d'œuvres achevées et incomplètes

ont été le fruit d'une vie terminée à 56 ans, on peut croire que la science a dû absorber toutes les pensées de l'homme dont on apprécie les travaux, Mais les âmes d'élite ne se bornent point à rechercher ce qui est vrai et ce qui est matériellement utile; l'idée du beau tient une grande place dans leurs pensées, elles se plaisent à en étudier toutes les manifestations, dans les arts de la musique et du dessin. Cette tendance nous la trouvons chez M. Dupasquier, et ce n'est pas seulement comme amateur qu'il s'était occupé des questions d'Esthétique; les journaux de notre cité renferment un nombre immense d'articles, dans lesquels il appréciait les expositions annuelles de la Société des Amis des Arts, les œuvres littéraires qui se produisaient sur nos théâtres, et les artistes qui en étaient les interprètes.

Si le temps me permettait de vous citer quelques fragments de ses critiques, vous verriez combien était développé chez lui le sentiment du beau, comme il appréciait avec un enthousiasme réfléchi et raisonné, les grands artistes, et avec quelle heureuse association de tact naturel et de connaissance pratique, il savait juger leurs œuvres.

Vous retrouverez toutes ces qualités dans l'appréciation qu'il fit de l'exposition des Amis des Arts en 1836, et qu'il publia sous le titre *de l'Art à*

Lyon, dans une suite de livraisons, accompagnées de lithographies reproduisant les œuvres principales qui signalèrent cette belle exposition.

En rendant une justice méritée aux hommes si nombreux qui honorent aujourd'hui notre école de peinture, il se plut à rappeler la gloire qu'avaient jetée sur notre cité leurs prédécesseurs, si vantés à une époque, si injustement dépréciés depuis. Il montra que, dans les premières années de ce siècle, cette école fit revivre dans la peinture les traditions du moyen-âge et qu'elle devança par des œuvres pleines d'exactitude et de sentiments, les travaux dont cette période de notre histoire a été depuis l'objet.

Lorsque M. Dupasquier se délassait ainsi dans l'étude des arts, de ses travaux scientifiques, il trouvait au milieu des siens un utile concours et une grande conformité de goûts. M^me^ Dupasquier cultivait la peinture avec un rare succès et perfectionnait un talent dont l'exercice lui apporte aujourd'hui quelque consolation dans sa douleur; M. Louis Dupasquier, collègue et émule de son frère à l'école de la Martinière, élevait un monument à l'architecture et à l'histoire dans sa monographie de l'église de Brou; tous deux vivaient unis par les jouissances de l'esprit comme par les attachements du cœur; ils s'excitaient et s'éclairaient

les uns les autres. Union de la famille, bonheur d'un père qui voit fructifier, chez deux de ses fils, des talents distingués, vous m'inspirez trop de vénération, pour que je vous passe sous silence, au risque même de blesser un mérite modeste.

Quelques années après la publication de ses critiques artistiques, M. Dupasquier, ému comme le fut la France entière, à la nouvelle de la mort tragique d'un artiste que nous avions tous admiré, dont il avait apprécié le cœur et pour un jour consolé le découragement, en retraça la vie dans un écrit plein d'une tristesse que le charme du style communique invinciblement au lecteur.

Mais de toutes ses productions littéraires, celle qui peut-être eut le plus de retentissement, ce fut le discours de réception qu'il prononça en 1831, lors de son entrée à l'Académie de Lyon, et dans lequel il traita de l'influence que devait avoir la révolution de Juillet sur les lettres et sur les sciences.

Aujourd'hui qu'éclairés par les événements, nous pouvons juger, sans effort de prescience, les idées de notre collègue, nous ne nous donnerons pas la tâche facile d'en apprécier la valeur. Bornons-nous à répéter cette réflexion, qui s'est présentée dans tous les temps aux esprits sérieux et à laquelle les derniers événements ont donné plus de valeur : Heureux les hommes de lettres et de scien-

ces qui se tiennent éloignés des luttes politiques; leur esprit ne s'y développe point dans sa sphère naturelle; leur bienveillance s'y émousse, et les jugements qu'ils ont portés dans l'ardeur de la passion amènent souvent, quand les temps calmes sont revenus, un triste retour sur le passé. Plût au ciel, du reste, que la France de notre temps se fut élevée, comme l'espérait M. Dupasquier, à un degré de fécondité et de gloire inconnu aux époques qui nous ont précédés; plût au ciel que le temps eût confirmé les espérances qu'il se plaisait à concevoir sur l'avenir et la grandeur de notre pays.

Dans l'analyse que je viens de vous présenter, je voulais surtout vous parler du savant, et tel est l'enchaînement qui existe entre tous les actes de la vie qu'il m'a été impossible de ne pas vous dire les qualités du cœur de notre ami. Vous avez retrouvé dans sa critique toujours encourageante, cette bonté inaltérable qui respirait dans toute sa personne et dans tous les actes de sa vie; son empressement à faire valoir ce qui honore notre cité, vous a rappelé cette tendance de son esprit à seconder tous les efforts qui se faisaient autour de lui pour faire avancer les sciences, ou perfectionner les arts. Loin de voir avec dépit, comme beaucoup d'esprits chagrins, les succès de ses collègues ou de ses compatriotes

il y applaudissait avec une effusion de cœur, preuve du sentiment désintéressé avec lequel il cultivait la vérité et recherchait le bien. Son dévouement à l'amitié ne se démentait jamais ; il le poussait même, si je puis dire ainsi, jusqu'à une sorte de fanatisme, car il ne consentait qu'avec une résistance qui s'avouait difficilement vaincue, à reconnaître des défauts chez ceux auxquels il avait voué son estime et son affection.

M. Dupasquier avait cette exquise sensibilité qui nous identifie tellement avec les peines de ceux au milieu desquels nous vivons, qu'elles nous affectent et nous troublent, comme si elles nous étaient personnelles. Heureuse et cruelle disposition de l'âme, elle inspire le dévoûment et l'esprit de sacrifice à ceux qui en sont doués ; elle leur acquiert ces amitiés sincères qui naissent des douleurs comprises et partagées, mais de quelles angoisses elles remplissent le cœur de celui qui vit sans cesse au milieu des inquiétudes et des larmes des familles! Sans doute, elle contribua à éloigner M. Dupasquier de la pratique médicale civile, plus émouvante encore que celle des hôpitaux, car elle met en rapport, non-seulement avec celui qui souffre et qui meurt, mais avec tous ceux qui s'inquiètent ou pleurent autour de lui.

Et, cependant, lorsqu'il n'avait plus le stimu-

lant que donne une profession à conserver ou à rendre meilleure, il continua son service de médecin auprès des pauvres de l'Hôtel-Dieu, et tous ceux qui l'ont suivi dans l'exercice de ces nobles fonctions, qui étaient toutes pour lui d'humanité et de science, savent comme il comprit les consolations à donner aux malheureux que la maladie et la misère obligent de quitter leurs familles et de demander un asile aux établissements charitables. Il n'eut jamais pour eux une parole d'impatience, et les trésors de sa bonté furent dispensés aussi largement à eux qui étaient pauvres et inconnus, qu'il aurait pu le faire pour ceux qui étaient riches ou entourés de l'attention publique.

C'est avec ce dévoûment à ses devoirs, cette bonté parfaite, qu'il remplit toutes les fonctions dont il fut chargé ; il n'eut d'enthousiasme que pour la vérité, pour le beau et pour la gloire. Ce n'était pas la fortune qu'il se proposait pour but, et cette élévation de sa pensée vous explique la constance et la fécondité de ses efforts.

L'homme ne fait rien de grand, quand il agit en vue d'un bien matériel. Les nations s'affaiblissent, dès qu'elles s'animent au désir des réalités qui se touchent et qui se voient. Tristes spectateurs des maux qu'engendre cette préoccupation du bien-être et de l'aisance, nous devons honorer ceux qui

ne la partagent point, et qui, à l'exemple de notre collègue, poursuivent le développement de leurs pensées dans ce but immatériel que comprennent seules les âmes généreuses et capables des grandes choses.

CONSIDÉRATIONS

SUR

L'APPLICATION DES SCIENCES

A L'INDUSTRIE (1),

PAR

M. GUIMET.

—

Messieurs,

A la vue des progrès incessants de l'industrie, on est naturellement porté à se demander quel sera, sous ce rapport, l'avenir des peuples.

En n'envisageant cette question que d'une manière même très-générale, la réponse n'est pas sans difficultés ; cependant, les prodiges opérés jusqu'à ce jour par la science appliquée à l'industrie, semblent permettre d'entrevoir les résultats possibles à espérer encore.

Il suffit, aujourd'hui, de jeter les yeux sur la consommation du combustible et du fer dans un pays, pour se faire une idée de sa puissance industrielle. La houille est, en effet, un agent indispen-

(1) Discours de réception à l'Académie de Lyon, prononcé dans la séance publique du 9 janvier 1849.

sable à la plupart des manufactures ; mais son emploi le plus général est de servir à développer la puissance motrice ; et, grâce à celle-ci, nos wagons, sur nos voies ferrées, courent avec une vitesse merveilleuse, transportant voyageurs et marchandises avec une rapidité qui, naguère, eût paru fabuleuse, et nos divers bâtiments à vapeur remontent les fleuves et se jouent sur l'océan des vents et des espaces.

Avec cette puissance nouvelle, avec ces nouveaux moyens de transport, les relations commerciales deviennent de jour en jour plus actives, et la consommation du combustible s'accroît, chaque année, dans les pays civilisés. En France, elle double tous les dix ans, et, si cette progression ascendante continue, n'est-il pas à craindre que nos dépôts houillers ne soient épuisés, dans un avenir qui n'est peut-être pas très-éloigné ?

Il est donc possible de prévoir une époque où le combustible sera insuffisant, précisément lorsque toute l'Europe sera sillonnée de chemins de fer, et que la navigation à vapeur aura pris ses plus grands développements.

Faudra-t-il que cet avenir soit brisé tout-à-coup ? Le génie de l'homme ne pourra-t-il se créer des ressources nouvelles ? Après avoir brillé de la plus vive lumière, serait-il destiné, comme un météore

passager, à ne laisser après lui qu'une obscurité profonde ? Non, la science et l'industrie sont destinées à produire des prodiges plus étonnants encore que ceux que nous connaissons.

Quelques aperçus suffiront pour laisser entrevoir les immenses ressources qui resteront à l'homme dans le cas d'une disette de combustible.

Le vent et la pente des fleuves et rivières sont des forces naturelles inépuisables qu'on utilise à peine de nos jours. Le Rhône, par exemple, charie à la mer des eaux dont la puissance, aujourd'hui sans emploi, équivaut à celle de plusieurs millions de chevaux. La seule traversée de Lyon fournirait une force de plus de trente mille de ces animaux.

Ainsi, toutes les industries à poste fixe trouveront, dans nos cours d'eau, une force supérieure à leurs besoins. Les fleuves et les rivières endigués pourront, en outre, par des irrigations dirigées avec art, rendre d'immenses services à l'agriculture, et augmenter la puissance productive du sol.

Les chemins de fer, multipliés à l'infini, rendront la navigation fluviale à-peu-près inutile ; les rivières seront utilisées pour produire de la force au moyen de chûtes d'eau. Les rôles seront ainsi changés. Les voyageurs et les marchandises, au lieu de descendre ou de remonter les fleuves dans des bateaux, voyageront en chemins de fer.

auxquels les cours d'eau fourniront d'innombrables réservoirs de puissance motrice.

Le système de traction, dit atmosphérique, qui ne fait usage que de machines fixes, est appelé à rendre alors de grands services, et l'on peut entrevoir la suppression de toute dépense en combustible, sans nuire à la rapidité.

Tout cela est facile à concevoir pour les voies de fer destinées à suivre la pente des fleuves et des rivières ; mais comment sera-t-il possible de se passer de combustible, quand ces chemins s'éloigneront des cours d'eau ?

La difficulté pourra vraisemblablement être surmontée, en recourant à la force produite par l'air comprimé. On obtient déjà des machines contenant de cet air à 15 et 20 atmosphères, tandis qu'aucune machine à piston ne peut fonctionner avec avantage sous des pressions plus fortes que 5 à 6 atmosphères ; on pourra donc accumuler beaucoup de force dans des réservoirs d'un volume médiocre.

Des expériences récentes donnent la certitude qu'on ne tardera pas à livrer au commerce des magasins de force transportable et remplis par des moteurs naturels, tels que les cours d'eau et même les vents et la marée, qui, dans leur capricieuse irrégularité, seront contraints de créer des moteurs réguliers, en comprimant, presque sans aucun

frais, le meilleur et le plus fidèle des ressorts : l'air.

Dans la navigation maritime, forcée d'employer des machines à vapeur portées par les bâtiments, il est plus difficile de faire usage des forces naturelles. Peut-être pourra-t-on remplacer la vapeur par des mélanges explosifs, l'acide carbonique ou les gaz solidifiés, etc. Mais le perfectionnement le plus immédiat consisterait dans la construction de machines plus légères et économisant le combustible.

Sous ce rapport, un résultat capital vient d'être obtenu par un habitant de Lyon (1), qui a eu l'heureuse idée de combiner, dans les machines, l'emploi de la vapeur d'eau avec celui d'autres vapeurs dont le point d'ébullition est bien inférieur à celui de l'eau, telles que les éthers, le chloroforme, etc.

La vapeur perdue ou condensée dans toutes les machines à vapeur, étant appliquée à vaporiser de l'éther ou du chloroforme, est capable de produire une force au moins égale à celle de la machine principale, sans augmenter sa dépense en combustible.

Ce progrès n'est plus à l'état de théorie ; il est déjà entré dans le domaine de la pratique. Des machines exécutées d'après ces principes, fonctionnent à Lyon, à Paris et à Londres, en réalisant les avantages qu'on s'en était promis ; avantages qui

(1) M. Verdat du Tremblay.

consistent principalement en une économie de moitié sur le combustible.

On est parvenu à construire des appareils tellement parfaits, que les pertes d'éther ou de chloroforme sont insignifiantes.

Dans peu d'années, la plupart des machines à vapeur auront probablement comme complément obligé, un cylindre fonctionnant au chloroforme ou à l'éther, et doublant ainsi leur force primitive, sans dépense nouvelle en combustible.

La navigation de long cours est appelée surtout à retirer les plus grands profits de ces nouveaux appareils qui, chargeant beaucoup moins les navires que ceux employés actuellement, permettent, en économisant la moitié du combustible, d'en diminuer le poids à transporter dans la même proportion.

Déjà, un bâtiment à vapeur de la force de cent chevaux, sur lequel on doit employer le chloroforme, est en construction dans les chantiers du gouvernement.

Aurait-on pensé que l'éther et le chloroforme, auxquels a eu recours la chirurgie pour suspendre la sensibilité pendant des opérations ordinairement accompagnées de douleurs si vives, deviendraient une source précieuse de force motrice, en doublant celle de toutes les machines à vapeur?

Quant aux forces motrices naturelles, leur emploi généralisé n'est pas aussi facile qu'il paraît au premier abord; elles ne peuvent être développées sur un vaste plan que dans les pays très-avancés en civilisation et en industrie. L'endiguement des fleuves, la distribution des eaux par des canaux d'irrigation, sont des travaux coûteux et considérables; il faut, pour les entreprendre, être assuré que la force obtenue sera utilisée, ce qui suppose le besoin d'un grand nombre d'usines.

Ces travaux doivent être exécutés sur une grande échelle et avec un ensemble qui seul peut en assurer le succès.

Le morcellement des propriétés et la division des intérêts nécessiteront le plus souvent l'intervention directe de l'État.

L'esprit d'association qui est une des tendances de notre époque, contribuera puissamment à rendre faciles ces accroissements de la richesse publique. Nous verrons se cimenter plus étroitement encore l'alliance de la science et de l'industrie. Désormais une découverte scientifique n'aura de valeur qu'autant qu'elle pourra recevoir une application industrielle.

Tributaire de la science, l'industrie lui devra de plus en plus l'éclat et la rapidité de ses progrès; mais si la première en passant à l'état pratique

devient la source d'innombrables inventions réalisées par la seconde, celle-ci revêtant un caractère scientifique, enfante une série de créations qui deviennent au même titre l'objet des méditations du physicien. Ainsi, toutes les questions relatives à l'emploi des vapeurs, des gaz comprimés ou dilatés, de l'électro-magnétisme, de la lumière, sont des questions de physique autant que d'industrie ; et leur solution intéresse au même degré le savant et l'industriel.

Les progrès des sciences sont donc associés désormais à ceux de l'industrie. Les premières, en passant à l'état d'application, trouvent chaque jour l'occasion d'agrandir leur domaine ; elles sont appelées à modifier profondément l'organisation des sociétés, à préparer dans les relations des peuples la révolution la plus grande et la plus heureuse.

Voyez déjà comme les distances sont diminuées ou supprimées. Par les bateaux à vapeur, la traversée de l'Atlantique est réduite à douze jours. Avec les locomotives perfectionnées qui peuvent faire trente lieues à l'heure, on visitera les différentes régions du Globe avec une rapidité incroyable.

Les lettres voyageront dans les tubes pneumatiques avec une vitesse de trois cents lieues à l'heure. Peut-être verrons-nous l'homme faire la

conquête de l'air en suivant sa route en ligne droite par-dessus les vallées et les collines.

Mais les résultats les plus merveilleux seront obtenus par la télégraphie-électrique, c'est la découverte la plus féconde en applications utiles et surprenantes, elle complète la puissance de l'homme plus encore que l'emploi de la vapeur. C'est le grand fait industriel qui domine en ce moment le monde. Par ce moyen, la pensée et même l'écriture peuvent être transmises avec une vitesse instantanée. Une dépêche pourrait faire sept fois le tour du globe en une seconde. Les mers elles-mêmes ne seront pas un obstacle à la transmission des courants électriques. On pose en ce moment le fil conducteur qui doit unir les côtes d'Angleterre aux côtes de France.

En même temps que par le télégraphe électrique on transmet instantanément à une distance indéfinie des dépêches quelconques, on peut à cette même distance mettre en action des poids énormes. Ainsi, par exemple, lorsque Paris sera relié à Marseille par un conducteur électrique, un enfant placé dans cette dernière ville pourra par l'effet imperceptible d'un de ses doigts faire retentir sous les coups redoublés d'un lourd marteau l'immense bourdon de Notre-Dame de Paris.

On conçoit d'après ce fait, que l'horloge d'un

hôtel-de-ville pourra, au moyen de fils conducteurs, répéter au même instant mille fois sur mille points séparés son heure et sa minute régulatrices. Ainsi le temps peut être conduit à travers les rues de nos cités comme on conduit maintenant l'eau et le gaz. Une seule horloge suffirait pour toute une ville.

Les bornes de ce discours nous empêchent de citer un plus grande nombre d'applications de la découverte la plus admirable du génie de l'homme.

Les corps scientifiques ont une belle mission à remplir, celle de pousser la génération actuelle dans cette voie féconde; et bientôt la science et l'industrie en aidant l'homme à créer de nouvelles forces gigantesques et infatiguables, en le rendant maître de toutes celles de la nature lui fourniront le moyen de se décharger sur elles des travaux les plus pénibles sous lesquels se courbent son corps; lui permettront de redresser son front, sur lequel brillera d'une manière plus évidente la noblesse de son origine. Alors, peut-être, se trouvera résolu le problème dont les théories sociales nouvelles cherchent la solution, celui de procurer à tous le bien-être et le bonheur qui furent dans tous les temps l'objet des vœux et le sujet des rêves de l'humanité.

DE L'UTILITÉ, EN FRANCE,

D'UNE

BANQUE TERRITORIALE

HYPOTHÉCAIRE;

PAR

SAINT-CLAIR DUPORT.

PREMIÈRE PARTIE.

L'Académie des Sciencés morales et politiques, désireuse de jeter quelques lumières sur les questions qui s'agitent dans la plupart des états européens, a engagé ses membres à combattre certaines théories, tendant à ébranler les bases sur lesquelles la société s'appuie, depuis son origine le plus reculée. Parmi les écrivains qui ont répondu à cet appel, un homme d'état célèbre s'est empressé de prêter à cette cause le secours de sa plume, et de cette parole persuasive, qui, depuis nombre d'années, possède le rare privilége de captiver toujours l'attention de nos assemblées parlementaires. Cependant monsieur Thiers, dans son zèle à défendre l'ordre social ébranlé, s'est peut-être

mépris sur la véritable portée de quelques-unes de ces innovations, proposées en si grand nombre, soit pour adoucir les peines des classes pauvres, soit pour rendre les charges de l'état moins lourdes, aux parties de la nation qui contribuent le plus directement par la production, à la richesse, à la puissance, à la grandeur de la France.

Laissant loin de moi l'idée de présenter des considérations générales sur un si vaste sujet, je me bornerai à un seul point, qui se rattache à mes travaux passés et à mes études actuelles ; je veux parler de la banque territoriale hypothécaire. Malgré les attaques dirigées contre lui, ce projet me semble fournir à l'agriculture les moyens nécessaires, pour suivre la route nouvelle que les sciences lui ont ouverte, tout en conciliant, même à un haut degré, les exigences de l'économie politique la plus rationelle.

Un examen rapide de l'origine des monnaies, des recherches plus détaillées sur l'emploi du billet de banque comme remplaçant l'or et l'argent, ou comme moyen de crédit, et quelques investigations sur la production des métaux précieux, comparée à leur emploi, seront les principaux éléments nécessaires pour arriver à cette démonstration.

Les échanges directs d'un objet utile contre un

autre objet utile, constituèrent les transactions commerciales des peuples, pendant les premières périodes du passage de l'état sauvage à l'état social. La nécessité d'un signe représentatif de la valeur, pour tous les objets échangeables, ne tardant pas à se faire sentir, les différents peuples adoptèrent, pour remplir ce but, des signes conventionnels fort variés, suivant leur position géographique, et suivant le rayon plus ou moins étendu de leurs relations commerciales. Des coquilles chez quelques insulaires, des peaux d'animaux chez quelques nations de l'antiquité, ont été longtemps employées comme monnaies ; même chez les peuples d'Amérique, où l'or et l'argent abondent, les plumes à couleurs vives des oiseaux des tropiques, et d'autres objets recherchés par ces peuples comme ornements, partageaient avec le bronze, avec l'or, avec l'argent, le rôle que ces métaux remplissent ordinairement seuls, pour faciliter les échanges.

La rareté, l'éclat, la beauté du poli, la résistance opposée à l'action des corps qui attaquent plus rapidement les autres métaux usuels en se combinant avec eux, donnèrent à l'or et à l'argent une valeur relative plus grande, pour un poids donné, et les firent préférer pour servir d'intermédiaires dans les transactions commerciales,

surtout pour celles destinées à s'accomplir à de grandes distances. Ces deux métaux appelés précieux à cause de ces qualités, ne se rencontrent presque jamais dans la nature dans un état de pureté un peu complette ; la métallurgie même les livre au commerce dans un état de mélange plus ou moins complexe avec d'autres matières métalliques. Le cuivre et le plomb accompagnent souvent l'or et l'argent dans leur gissement, et on les retrouve d'autant plus souvent avec eux, que ce sont les principaux agents dont l'industrie se sert pour isoler les métaux précieux de leurs gangues.

L'emploi de l'or et de l'argent, dans les échanges présentait un embarras : il fallait non seulement connaître le poids de ces barres métalliques, désignées sous le nom de lingots, mais il fallait encore apprécier avec une certaine exactitude la quantité d'or ou d'argent qu'elles renfermaient. Cet essai complètement exact, est une des opérations les plus délicates de la chimie moderne, et quoique l'usage de moyens moins parfaits pour exécuter cette analyse remonte à une époque assez ancienne, leur emploi demande trop de temps, pour satisfaire à la rapidité qu'exige le commerce ; aussi, à des époques plus reculées, on se servait, sans doute, pour fixer le degré de finesse qu'on

appelle le titre des alliages, de quelques moyens empiriques, rachetant par leur célérité, ce qui leur manque d'exactitude.

De semblables procédés sont encore usités de nos jours à la Chine : les Européens qui visitent Canton observent avec étonnement la rapidité avec laquelle les marchands chinois, en s'aidant de la vue, du tact, de l'ouïe, de l'odorat, du son, arrivent à déterminer la valeur d'un lingot, avec une exactitude suffisante pour leurs intérêts. Ce résultat s'obtient sans avoir recours à aucun de nos procédés de docimasie, et sans même se servir de la pesanteur spécifique, utilisée par Archimède en semblable occurrence ; ce qui, on doit le dire, prouve assez peu en faveur de l'art des essais vers cette époque.

Le besoin d'une base certaine pour exprimer la valeur des diverses marchandises, fit inventer les monnaies. Elles ne sont, au demeurant, que des lingots d'un poids et d'un titre constant, sous la garantie d'une empreinte appliquée par les soins, ou tout au moins sous la surveillance du chef de l'état. L'histoire s'est chargée d'apprendre ce que valait cette garantie dans les siècles passés, et l'on est heureux de se croire protégé à l'avenir, contre ces refontes des monnaies qui n'étaient qu'un expédient pour rétablir les finances

des princes, en pressurant par des moyens occultes la propriété de leurs sujets.

Si, par leur grande valeur comparée à leur volume et à leur poids, les monnaies présentaient plus d'avantages, que toute autre matière, dans la circulation, ces propriétés utiles ne faisaient qu'amoindrir les dangers, sans lesquels on ne pouvait les transporter à de grandes distances. Pendant le moyen-âge, tout le grand commerce de cette époque se trouvait dans la main des Juifs. Réalisant le texte des prophéties dans toute sa sévérité, les enfants d'Israël, disséminés sur toute la surface de l'ancien monde, présentaient le spectacle étrange d'une nation, dont les rameaux s'étendaient partout, et dont le tronc ne se rencontrait nulle part. Tolérés avec peine au milieu des populations chrétiennes, traités avec autant de rigueur par les disciples de Mahomet, comblés d'avanies, en but à toutes les vexations, étrangers à la formation comme à la direction du pouvoir dans les pays qu'ils habitaient, les Juifs devaient concentrer toutes leurs facultés intellectuelles vers l'acquisition des richesses par le négoce, d'autant plus que leurs relations entr'eux formaient un immense réseau, qui leur rendait faciles les transactions commerciales les plus éloignées.

La nécessité de dissimuler leurs richesses, pour

échapper à la rapacité de leurs oppresseurs, les engageait à disséminer leurs capitaux dans les mains de leurs frères. Si, à chaque occasion d'utiliser ces valeurs pour quelque spéculation, ils avaient dû les faire voyager sous la forme de métaux précieux, leur peu de volume n'aurait que bien faiblement diminué les risques, auxquels les exposait la cupidité des hommes puissants de ces temps à demi-barbares. Pressés par ces difficultés, les Juifs imaginèrent la lettre de change. Un écrit de quelques lignes servit dès lors à transmettre à de grandes distances la propriété d'une valeur. Quoiqu'il y ait encore loin de la lettre de change au billet de banque, cette première substitution de l'écriture aux métaux, doit être comptée au nombre des victoires remportées par l'intelligence sur la matière, et dans l'ordre de faits que nous examinons, cette invention est l'idée mère de tout le système.

La lettre de change, en vieillissant, ne tarda pas à se perfectionner, et son action devenue plus complexe, devint encore plus utile au commerce. Ce n'était d'abord qu'un moyen de disposer d'une valeur, à une distance plus ou moins grande, en faveur d'un tiers qui n'était ni le propriétaire ni le dépositaire de cette valeur ; en donnant à cette troisième personne la faculté de transmettre son

droit, la lettre de change devînt un véritable auxiliaire des monnaies, qu'elle remplaçait avec plus de commodité, mais, il faut le dire, avec une sûreté un peu moins grande.

Dans le principe, la lettre de change était motivée par une somme existante, sous forme de monnaie, dans les mains de la personne sur laquelle la lettre était fournie; plus tard, ce ne fut plus une condition obligatoire, et l'on vit paraître dans le commerce, des effets qui représentaient des marchandises non payées, non vendues, souvent seulement expédiées à la disposition des personnes chargées d'en payer la valeur.

Sans le secours puissant des lettres de change, jamais les monnaies métalliques n'auraient pu suffire au commerce, après l'immense développement que lui imprimèrent la navigation de l'Inde par le cap de Bonne-Espérance, la découverte de l'Amérique, et les progrès constants de la civilisation en Europe.

Le nom de *fiduciaires* donné à ces papiers indique assez que leur caractère principal repose sur la confiance; c'est aussi celui des billets de banque, qui sont un perfectionnement plus complet de la lettre de change, et s'assimilent encore davantage aux monnaies métalliques. Pour bien connaître la nature de ces nouveaux signes des

valeurs, il faut suivre leurs développements depuis leur origine, qui remonte à une époque assez reculée, et l'histoire des banques étant intimement liée à celle du commerce, chez les nations qui ont tour à tour régné sur la mer depuis le moyen-âge, une courte digression sur ce sujet paraît indispensable.

Le sentiment religieux qui poussa vers l'Orient les populations de l'Europe occidentale, contribua puissamment à leur civilisation, en introduisant au milieu d'elles le goût du luxe, que les Croisés rapportaient de leur séjour en Asie. Pendant de longues années, les deux nations maritimes de la Méditerranée, les Vénitiens et les Génois, durent leur puissance, aux richesses acquises dans le commerce, que ce luxe avait créé entre l'Europe et l'Orient.

Une route de l'Inde, plus prompte quoique moins courte, ayant été découverte par Vasco de Gama, les productions de ces riches contrées suivirent cette nouvelle voie. Les Portugais recueillirent les premiers fruits de ce déplacement du commerce, mais leurs ressources étaient insuffisantes pour une aussi grande tâche. Un peuple vivant sous un climat moins doux, un peuple plus laborieux, plus économe que les Portugais ne tarda pas à partager avec eux la domination de l'Inde.

Habitués à braver l'Océan, sur lequel ils avaient conquis une large part du sol qu'ils habitaient, les Hollandais possédaient toutes les qualités nécessaires aux grandes entreprises maritimes. Rivaux des Portugais, ils ne tardèrent pas à les supplanter dans ces régions lointaines, ouvertes récemment au contact européen ; moins avides de gloire que de richesses, leurs nombreux établissements prospérèrent partout, et après qu'ils furent devenus possesseurs des îles où croissent les épices, toutes les nations de l'Occident devinrent leurs tributaires.

Héritiers de la puissance commerciale des deux grandes républiques de l'Italie, les Hollandais avaient de commun avec elles, une forme de gouvernement à peu près semblable. Dans les dépenses de l'état comme dans celles des particuliers, ils pratiquaient une grande économie, aussi les fruits de leurs travaux passés, venaient augmenter, de toute la force du capital, les efforts incessants de leur génie mercantile. Leur marine de guerre, expression toujours exacte de l'activité des marines marchandes, protégeait le pavillon hollandais sur l'immensité des mers, et les nombreux vaisseaux qu'il couvrait, convergeaient de tous les points du globe vers les provinces unies, comme vers le centre du commerce universel.

A Venise, à Gênes, à Amsterdam on s'aperçut successivement, que chez une nation d'un territoire peu étendu, la puissance commerciale ne pouvait se développer rapidement, sans que les monnaies de cet état devinssent promptement insuffisantes. Appelées alors par le besoin, les monnaies des nations voisines arrivent en foule, mais leur variété complique toutes les transactions. Fabriqués souvent à des titres ou des poids différents, même dans une seule espèce de monnaie, usés inégalement par le frottement inévitable de la circulation, ou par des moyens condamnables, ces fragments d'alliage d'or ou d'argent sont d'une valeur si difficile à apprécier, qu'ils ne se prêtent plus à la rapidité des échanges. Pour sortir de cet embarras on imagina de déposer dans un établissement public des monnaies ou des lingots, pour que les titres de ces dépôts servissent aux échanges, avec un caractère de fixité, dans l'expression des valeurs, qui manquait à cet amas de métaux. Telle est l'origine des banques de dépôts.

La création du plus ancien de ces établissements, celui de Venise, remonte à 1171. Les métaux précieux qui formaient le gage de ses billets, avaient depuis longtemps été soustraits à leur destination, sans que le peuple vénitien s'en fût alarmé. La banque de Gênes, fondée en 1407, avait

déjà reçu de cruelles atteintes lors de l'occupation de cette ville, en 1750, par les troupes autrichiennes, et son sort fût le même que celui de la banque de Venise, qui s'écroula, en 1794, avec l'édifice de l'état, lorsque les Français furent maîtres de tout le nord de l'Italie.

On n'a sur ces deux institutions que des renseignements assez incomplets, et la banque de dépôts la plus considérable et la mieux connue fut celle d'Amsterdam ; quelques détails feront connaître les services et les dangers de ces établissements.

Vers 1609, le commerce de la Hollande attirait vers sa capitale les monnaies du monde entier. Leurs valeurs en or et en argent furent déterminées avec soin, et exprimées en monnaie hollandaise, sur un récépissé délivré aux négociants qui en faisaient le dépôt à la banque. Ces titres eurent dès-lors une valeur constante, et, au moyen de transferts, ils remplacèrent avec avantage les monnaies dans la circulation. La banque d'Amsterdam évitait donc l'usure des monnaies, annulait le risque de leur transport d'un point à un autre, et présentait dans les transactions commerciales une économie de temps considérable. Des précautions furent prises pour la sûreté du dépôt, et de certains droits de mutation furent établis pour desservir les frais

de ce vaste établissement : des détails sur son administration s'écarteraient trop de notre sujet, nous dirons seulement que la valeur de son trésor, souvent exagérée, équivalait néanmoins à environ quatre-vingts millions de notre monnaie. C'est à peu près le capital primitif de la banque de France, mais, au commencement du dix-septième siècle, cette somme représentait une valeur relative bien plus considérable.

Les récépissés de la banque d'Amsterdam ne devaient être substitués aux métaux précieux, que dans une quantité rigoureusement égale, et l'on a cru longtemps que jamais aucune partie des monnaies ou des lingots constituant le dépôt, n'était détournée de sa destination. Hormis les craintes d'une invasion, comme celle qu'inspira, en 1672, la prèsence de l'armée de Louis XIV à Utrecht, rien ne faisait sentir la nécessité de pouvoir toujours convertir spontanément en or ou en argent, la somme des récépissés en circulation ; mais, à l'entrée des Français en 1794, par suite de remboursements immédiats, on découvrit que les administrateurs, sans consulter les intéressés, avaient détourné de leur destination dix millions de florins. Ce déficit ne tarda pas à amener la ruine de l'établissement.

La ville de Hambourg ayant aussi pris une

large part au commerce maritime, créa une banque en 1620. Le fait le plus saillant de son histoire est l'emprunt de tout son capital de dépôt, appliqué en 1813 aux besoins de l'armée française, et remboursé longtemps après, par suite des traités de 1815.

En étudiant l'existence de ces diverses institutions, on voit que, sous le ciel pur de l'Italie, comme sous les brumes du nord, les mêmes causes conduisent aux mêmes résultats. A Venise, à Gênes, à Amsterdam, à Hambourg, cette masse d'or et d'argent ne peut se résigner à l'inaction à laquelle on la condamne. Ici c'est le gouvernement de l'état qui emploie le dépôt, là ce sont les administrateurs qui en disposent, plus tard il devient la ressource des troupes ennemies. Partout la nature même de ce dépôt augmente le danger, et la facilité avec laquelle on peut en disposer est la cause directe de la chûte des édifices dont il est la base.

Les services rendus par les banques de dépôts, furent bientôt considérés comme peu en rapport avec l'importance des métaux précieux qu'elles exigeaient. On voulut tirer un meilleur parti de ces richesses, stationnaires pendant des siècles dans les coffres des banques. L'on étendit l'action de ce gage au-dessus de la valeur des métaux précieux qui le constituaient. On consentit à laisser les bil-

lets de banque aider les monnaies dans la circulation, lors même que leur émission dépasserait, et de beaucoup, la valeur des métaux affectés à leur création. Tel est le caractère plus spécial des établissements qui ont reçu le nom de banque de circulation, pour les distinguer de leurs devanciers.

Les banques de circulation émettent des billets au porteur, payables en espèces à présentation; elles emploient ces billets à escompter les lettres de change du commerce. Le chiffre des billets en circulation, étant de beaucoup supérieur à la valeur des monnaies ou lingots qui forment le capital d'une banque, la somme des intérêts obtenus est relative à la quantité de billets et présente pour le capital métallique un bénéfice considérable.

La facilité qu'apporte dans les paiements l'usage de ces billets, sous le point de vue de l'économie de temps et de la commodité du transport, ne tarde pas à les faire préférer aux espèces métalliques.

Les économistes qui se sont occupés de la gestion des banques, sans qu'on puisse motiver cette mesure de la circulation, ont posé en principe que tout établissement de ce genre, qui avait dans ses caisses, des espèces métalliques pour une somme représentant le tiers du montant de ses billets en circulation, se trouvait à l'abri des dangers que pou-

vaient faire naître les demandes imprévues de remboursement.

Les banques de circulation se chargent sans aucun frais, de l'encaissement des effets de commerce, pour compte des négociants, et elles sont largement rémunérées de ce travail, par l'intérêt des sommes que l'on laisse dans les mains de la banque, sans intérêts, jusqu'au jour où l'on en a l'emploi. Ces capitaux augmentent le chiffre des valeurs métalliques dans la caisse de la banque ; alors sans sortir des limites de prudence qui ont été indiquées, la totalité des billets en circulation peut arriver à représenter le triple du capital primitif de la banque, ajouté au triple des dépôts qui lui sont confiés.

Si la somme des intérêts obtenus par la circulation des billets forme le bénéfice de ces établissements, leurs charges et leurs pertes se composent des frais de gestion et du non paiement d'une partie des effets de commerce qui ont été admis à l'escompte. Sur les grandes places de commerce, les frais de gestion sont peu considérables si on les compare aux intérêts obtenus; quant aux pertes, elles sont réduites à une proportion très-minime, par la prudence et la sagacité des administrateurs chargés d'admettre ou de refuser les engagements commerciaux.

Ces bases de gain ou de perte une fois admises,

il est presque inutile de dire que le produit net et définitif de ces institutions présente chaque année, un intérêt fort considérable pour la valeur des métaux précieux qui forment le capital de la banque ; aussi en accordant à des sociétés de capitalistes le privilège d'émettre des billets au porteur, remboursables à présentation, les gouvernements ont généralement voulu tirer quelque avantage direct des bénéfices de ce privilège.

Si l'on considère que la somme des billets de banque en circulation doit toujours être représentée par des espèces, des lingots ou par des effets de commerce à une échéance peu éloignée, dont le terme extrême est ordinairement 90 jours, et le terme moyen entre 45 et 50 jours, on conçoit que la liquidation complète d'un établissement de ce genre peut s'effectuer dans un délai de trois mois.

Dans les temps ordinaires ce mécanisme fonctionne sans le moindre tiraillement ; mais lorsque surviennent des perturbations commerciales ou politiques, les besoins ou la méfiance font assaillir les banques. On exige l'exécution de l'engagement stipulé sur les billets ; on réclame le paiement à présentation. Chacun veut échanger contre des métaux, les signes écrits qui ne les représentent plus avec assez de sécurité. Cette masse de métaux, que dans le langage pratique on appelle l'encaisse d'une

banque, diminue à chaque instant, et l'on voit venir le moment où le dernier écu sorti, il ne reste pour faire face aux billets qui peuvent encore se présenter que des engagements commerciaux, à diverses échéances échelonnées depuis un jusqu'à quatre-vingt-dix jours, et dont la rentrée, quoique à peu près certaine dans un délai plus ou moins prolongé, ne saurait se réaliser à l'instant. Telles sont les péripéties de ces institutions de crédit.

Vers la fin du XVII^e^ siècle, le commerce britannique rivalisait avec celui des Hollandais. La création d'une banque à Londres devait s'effectuer avec les modifications qu'indiquerait l'expérience de près d'un siècle, écoulé depuis la création des banques de dépôts d'Amsterdam et de Hambourg. Dans ce nouvel établissement, on vit pour la première fois les billets n'être plus le signe représentatif exact des monnaies ou des lingots déposés.

En autorisant la banque d'Angleterre en 1694, le gouvernement anglais se fit prêter une large part de son capital primitif; plus tard, dans presque toutes les circonstances difficiles, il a puisé de nouveau dans les caisses de la banque pour venir au secours du trésor. Par suite de cette créance contre l'Etat, par suite de cette application à un prêt qui n'a pas d'échéance déterminée, de la majeure partie du capital métallique, gage des billets des ban-

ques de dépôts, on voit que les billets de la banque d'Angleterre reposent en partie, et jusqu'à concurrence du chiffre de l'emprunt du trésor, sur une garantie qui n'a aucunement le caractère de réalisation immédiate, qui est inhérente aux monnaies et aux lingots. Ce gage reposant sur la garantie de la nation peut, d'une manière abstraite, être considérée comme le plus sûr de tous, mais ce n'est pas au milieu de grands évènements politiques ou commerciaux, que le gouvernement anglais pourrait rembourser spontanément une somme métallique énorme; alors une terreur panique, ou des exportations d'or et d'argent devenues indispensables, arrêtent la circulation de la monnaie de papier, qui se présente sans cesse à la banque, pour se revêtir au plus tôt de son caractère métallique originel. Même en ne contestant point la sûreté de ce gage, on est toujours forcé d'avouer qu'il est d'autant moins réalisable que les circonstances exigent plus de promptitude dans sa réalisation.

Ce détournement de sa destination primitive, imposé au capital métallique de la banque d'Angleterre, devait donc rendre très-chanceux le remboursement immédiat de ses billets dans les temps difficiles. La longue guerre entre la Grande-Bretagne et la France, commencée à la fin du siècle dernier et continuée presque sans interruption jusqu'à la

chûte de Napoléon, est venue mettre à nu le côté faible de ce système. L'examen succinct de quelques faits principaux de l'histoire de la banque d'Angleterre de 1795 à 1819, nous fera connaître, avec l'appréciation du mal, la nature du seul remède qu'on peut y apporter.

Malgré les emprunts faits successivement par le trésor, et dont le total s'élevait à près de trois cents millions de notre monnaie, il en existait encore près de deux cents dans les caisses de la banque d'Angleterre en 1795. Cette réserve se trouvait réduite, le 25 février 1797, à moins de trente-deux millions de France. L'intelligence des administrateurs, malgré de grands sacrifices, était devenue inhabile à continuer l'échange des billets contre des métaux ; alors le gouvernement vint au secours de la banque. Il assimila complètement ses billets aux monnaies métalliques, en déclarant obligatoire leur admission dans les paiements.

Il est intéressant d'observer quelle influence cette mesure a exercé sur la valeur des billets, comparée à celle de l'or qui est la principale monnaie anglaise.

En 1800, cette différence était de 8 pour cent. Comme on s'était vîte habitué à l'emploi plus général des billets, de 1803 à 1808, cette différence flottait à l'entour de trois pour cent, mais en 1810,

elle s'élevait à quatorze pour cent ; elle augmentait à mesure que les charges de l'État allaient en croissant. Peu après la paix générale, vers 1817, les billets s'échangeaient presque sans perte, volontairement contre de l'or, et déjà l'on prévoyait que le cours forcé cesserait bientôt d'être nécessaire. La reprise des paiements en espèces, décidée en 1819 pour l'année 1823, put être mise à exécution le 1^er^ mai 1821.

Ces différences entre la valeur de l'or et celle des billets de la banque d'Angleterre, ont donné lieu à de nombreuses dissertations sur la dépréciation inévitable des monnaies de papier ; on a même voulu poser en principe que cette dépréciation était presque toujours proportionnelle à l'émission. Sans aucun doute, l'émission des monnaies de papier est renfermée dans de certaines limites, qu'on ne peut franchir sans rencontrer la dépréciation ; mais ces limites ne sont point seulement relatives à la quantité de papier mis en circulation : le degré de confiance que mérite la monnaie de papier elle-même entre pour bien plus encore dans cet affaiblissement de sa valeur relative. Quelques mots sur l'emploi du capital de la banque d'Angleterre aideront à expliquer cette réflexion.

Dès sa création, et comme condition première de son existence, le gouvernement avait exigé d

la banque d'Angleterre un prêt de 1,200,000 livres sterlings. Ce fut le cachet de toutes les prolongations de son privilège : à mesure que l'établissement durait, les emprunts du trésor marchaient en proportion de l'augmentation du capital de la banque ; en 1708, il était d'environ quatre millions sterlings, le trésor en devait déjà trois. En 1746, sur ce capital porté à plus de dix millions, l'Etat en devait presque douze. Enfin, en 1814, le chiffre de cette dette dépassait quatorze millions sterlings, alors que les billets en circulation arrivaient à vingt et un millions.

A cette époque, les deux tiers de chaque billet de la banque d'Angleterre avaient tout le caractère, toutes les éventualités d'une créance sur l'état, et l'on ne doit pas s'étonner de voir ces billets participer à la dépréciation qui frappait toutes les obligations contractées par l'Etat. Accablée par les dépenses d'une guerre prolongée qui gênait son commerce général et l'écoulement des produits de ses manufactures, l'Angleterre employait toute la part disponible de ses richesses à soulever contre la France toutes les populations de l'Europe. L'issue de cette guerre devenait chaque jour plus problématique, et les variations de ces éventualités s'exprimaient par des différences plus ou moins grandes dans la valeur des billets comparée à la valeur de l'or.

Sorti vainqueur du combat, le gouvernement de la Grande-Bretagne n'a point remboursé à la banque la totalité des emprunts qu'il lui avait faits; il en a seulement diminué le chiffre d'un quart, parce qu'il se considère comme le meilleur dépositaire du capital de la banque.

A la fin de 1848, la banque d'Angleterre a des billets en circulation pour 18 millions sterlings : elle doit diverses sommes exigibles de suite qui montent à une somme égale, la totalité de ses dettes est donc de 36 millions.

Pour faire face à cette échéance permanente, elle a 15 millions en métaux,

14 » dans les mains du gouvernement;

10 » créances commerciales à court terme.

Depuis la paix, la circulation de ses billets n'a pas beaucoup varié, sa créance sur l'Etat représente tout le capital qui appartient en propre à la banque, et pourtant ses billets s'échangent contre de l'or dans ses caisses, comme partout, sans aucune perte. Si la situation du gouvernement redevenait ce qu'elle était en 1844, l'*encaisse* de la banque diminuerait rapidement, et l'on observerait de nouveau la nécessité du cours forcé, ainsi qu'une différence entre les billets et l'or, proportionnelle aux chances que court le capital dans les mains de l'Etat.

Après avoir consulté les points les plus impor-

tants de l'histoire de la banque en Angleterre, nous examinerons le caractère de cette institution en France, où elle s'introduisit un siècle plus tard que chez nos voisins. Ce n'est que de 1803 que date la création de la banque de France : fixé d'abord à quarante-cinq millions, son capital fut doublé en 1806. Suivant les errements du gouvernement anglais, Napoléon exigea que les espèces métalliques de ce capital fussent converties, partie en rentes sur l'Etat, partie en créances sur les receveurs généraux des finances.

Quelques millions de ressources provisoires pour le trésor furent le motif de la création de la banque de France; tel fut aussi son rôle presque exclusif pendant toute la durée de l'Empire. Quoique depuis lors elle ait été plus utile au commerce, jamais elle ne s'est élevée au rang qu'elle aurait dû occuper parmi les grands moyens de propulsion vers la prospérité nationale.

Depuis vingt ans, quelques banques s'étaient formées dans les départements sur les mêmes bases que l'établissement de la capitale; après la révolution de février 1848, le gouvernement les contraignit à se réunir à la banque établie à Paris, qui put alors, avec plus de raison, porter le nom de banque de France.

Si cette réunion eut l'avantage de rendre uniforme

nos monnaies de papier comme nos monnaies métalliques, elle eut le grand inconvénient d'ajouter à la centralisation incessante de toutes les administrations à Paris, et de rendre moins prompts et moins éclairés les services que les banques départementales rendaient aux populations au milieu desquelles s'exerçaient leurs fonctions. Augmenté de leurs capitaux, celui de la banque de France excède un peu cent millions de France.

Par suite de la réalisation avantageuse, dans des temps de prospérité politique, d'une partie considérable de ses rentes sur l'état, son capital primitif avait repris la forme métallique. Les dépôts particuliers, en temps ordinaires, sont assez abondants pour permettre au chiffre des billets en circulation d'atteindre une limite élevée ; néanmoins, les allures de la banque ont été constamment d'une prudence excessive, qui rassure parfaitement sur la solidité des créances qui composent son portefeuille, mais qui réduit singulièrement les avantages qu'on a le droit d'attendre du monopole qui lui est accordé. Souvent, au milieu de la tranquillité politique et commerciale la plus grande, le chiffre de ses billets dépassait à peine la valeur de ses métaux précieux. En juillet 1838, les espèces accumulées dans ses caves montaient à deux cent trente-trois millions, tandis que toutes ses dettes n'arrivaient

qu'à deux cent quarante millions. Au lieu d'utiliser son capital comme banque de circulation, c'était reculer de deux siècles et s'abaisser aux proportions minimes des banques de dépôts.

Ces conditions de prudence auraient été plus justifiables, si elles avaient garanti la banque de France de tout embarras dans l'accomplissement de ses fonctions ; il en fut tout autrement. Peu de jours après le 24 février 1848, l'incertitude de l'avenir politique faisait présenter sans cesse des billets, pour les échanger contre de l'argent. La masse des monnaies et de lingots diminuait dans une rapide proportion, et l'on n'était séparé du moment où cette masse serait épuisée, que par le temps indispensable aux échanges. Le gouvernement jugea convenable d'arrêter ce mouvement. Le remède appliqué, en 1848, à Paris, fut le même que celui employé à Londres, un demi-siècle plus tôt : en autorisant la banque à suspendre l'échange de ses billets contre des monnaies, on décréta le cours forcé.

Cette mesure insolite effraya la population française, et, quelques jours après qu'elle fut adoptée, on vit, dans les échanges volontaires, les billets de banque perdre jusqu'à un vingtième de leur chiffre, quand on voulait les convertir en argent, et plus d'un huitième, pour les convertir en or. La rapi-

dité de cette dépréciation paraît surprenante, lorsqu'on observe que, le moindre chiffre de ces billets étant deux cents francs, ils devaient se trouver, au moins pour la plupart, dans la main de cette partie de la population qui est la plus éclairée, et chez laquelle le raisonnement aurait dû combattre la terreur panique. Mais, en général, on n'avait jamais bien étudié sur quel gage reposait la valeur exprimée par les billets de la banque; pour le petit nombre qui connaissait la nature de ce gage, cette masse métallique semblait aussi propre à attirer la tempête populaire que le fluide électrique, et l'on redoutait de la voir s'éparpiller en fragments insaisissables.

Bien que ce danger ait été évité deux fois, on ne doit pas le croire chimérique. On s'en préoccupe avec raison, même chez le peuple où le respect pour la loi a été le moins ébranlé; derrière l'entablement qui surmonte les colonnades de la banque d'Angleterre, on a élevé depuis peu des constructions d'une architecture moins élégante, mais mieux calculée pour la sûreté des richesses renfermées dans cet édifice.

Heureusement, en 1848 comme en 1830, le trésor de la banque de France a été respecté; avec l'ordre, la confiance n'a pas tardé à reparaître. Quoique la banque ait le droit de rembourser en

billets les sommes qu'on dépose chez elle en monnaies, on voit les métaux arriver en abondance dans ses caisses, soit à Paris, soit dans les succursales des départements. Le chiffre des monnaies et des lingots déposés s'élève, à la fin de 1848, à plus de 250 millions. Les billets en circulation montent à 400 millions ; et, si l'on ajoute à cette dernière somme celle que la banque doit par ses comptes avec diverses personnes, on trouve que ses dettes exigibles à l'instant, représentent environ le double de la valeur de ses monnaies et de ses lingots. Bien que la loi qui rend obligatoire le cours des billets n'ait point été révoquée, ils s'échangent volontairement, presque sans perte, contre des espèces, quoique le chiffre de leur circulation soit plus élevé qu'à toute autre époque.

Cet aperçu des grandes institutions de crédit serait trop incomplet, si l'on passait sous silence les nombreux établissements de ce genre répandus sur le territoire de l'Amérique du Nord. Chez cette jeune nation, les banques ont été à la fois et le signe, et l'une des causes des progrès de la civilisation.

Un coup-d'œil, jeté sur la carte des régions presque désertes du Nouveau-Monde, suffit pour indiquer certains points que leur situation, au confluent de deux rivières, à l'embranchement de deux

vallées, à peu de distance de deux lacs, semble appeler forcément à devenir des centres importants de population. Bientôt les forêts environnantes disparaissent sous la hâche de l'homme civilisé, et les habitudes, comme les nécessités d'une nouvelle vie, engagent une partie des émigrants à grouper leurs demeures. A peine quelques maisons indiquent-elles la venue d'une de ces villes qui surgissent comme par enchantement, qu'à côté d'une église on voit s'élever une banque et l'imprimerie d'un journal. A l'aide de cette institution de crédit qui fait circuler les capitaux, avec le secours de la presse périodique qui fait circuler les idées, ces cités improvisées, et les vastes provinces dont elles sont les capitales, avancent à pas de géants dans la vie civilisée.

Dépassant les deux peuples d'où vient leur origine, laissant derrière eux la prudence hollandaise, et même le génie spéculateur des Anglais, les Américains du Nord, avec toute l'audace de la jeunesse, n'ont point cru qu'un dépôt de métaux précieux fût nécessaire pour une banque, comme à Amsterdam; ils n'ont pas cherché, comme à Londres, à faire profiter ce gage aux besoins de l'Etat : plus téméraires, ils n'ont exigé, pour garantie des billets, que la signature de quelques particuliers, qui s'engageaient à compléter, au besoin, des sommes

plus ou moins colossales, dont il suffisait de verser un dixième pour autoriser la création d'une banque.

A l'aide de ces capitaux factices, d'immenses travaux s'exécutèrent, des manufactures, des voies de communication, des entreprises commerciales gigantesques imprimèrent une grande impulsion à la prospérité nationale. Pendant quelques années, les productions inespérées de ces régions encore vierges pour l'agriculture comme pour l'industrie, semblaient défier l'imprévoyance de ces combinaisons financières, et l'on vit se justifier, dans la pratique, des calculs que la théorie osait à peine recommander; mais bientôt une secousse violente ébranla ce léger édifice, et ses ruines couvrirent la surface de l'Union. A l'aide de ces illusions, la richesse nationale s'est augmentée, il est vrai; mais elle a écrasé, dans sa course, une foule d'intérêts privés.

Les bouleversements qu'éprouvaient les fortunes particulières, aux Etats-Unis, engagèrent à modifier ce système des banques, mais tel qu'on le pratique encore aujourd'hui, il ne s'accorderait point avec nos mœurs, surtout avec notre bonne foi et notre respect pour remplir nos engagements. Ces sentiments, dont la France s'honorera toujours, lui font repousser ces résultats brillants d'un cynisme

commercial qu'elle ne partagera jamais. Si nous avons compris les banques américaines dans le cercle de nos investigations, ce n'est point pour les glorifier, mais bien plutôt pour signaler les funestes résultats qui sont les conséquences naturelles de l'exagération des inventions les plus utiles.

En résumant ce que l'expérience nous apprend sur les banques de dépôts et sur les banques de circulation, on voit que la ruine des premières est arrivée partout à la suite du détournement partiel ou total des métaux précieux, sur qui repose la valeur des billets, et que, pour les secondes, cette masse métallique est presque aussi inhabile à assurer, dans tous les temps, leurs fonctions, soit qu'on la conserve dans l'inaction, comme à Paris, soit qu'on cherche, dans l'intérêt de l'état, à l'utiliser temporairement, comme à Londres. En présence de tels faits, on se demande comment des économistes célèbres, comme J.-B. Say, ont voulu établir en principe que, *si les billets peuvent remplacer les métaux précieux, les métaux précieux peuvent seuls remplacer les billets.*

Cependant, ce principe et celui du remboursement spontané, paraissent si inséparables de l'existence d'une monnaie de papier, que, pour de nouvelles fractions de ces billets, qui ont été créés

pendant le cours forcé, on a cru devoir conserver la formule du payement à *vue* et en *espèces*, alors que la première partie de cet engagement était aussi peu réalisable que la seconde.

Le temps semble venu de renoncer ouvertement à ces illusions, en donnant à la monnaie de papier un gage nouveau, impérissable, inamovible, rachetant avec avantage, par sa solidité, cet appât mensonger de conversion immédiate en monnaies métalliques. Sortant alors du repos stérile auquel on la condamne, une partie considérable des métaux précieux que la France possède sera disponible pour d'autres emplois; la valeur du billet de banque devenant assurée dans toutes les phases de notre vie politique et commerciale, on pourra en augmenter le nombre pour nos échanges intérieurs, en consacrant plus spécialement l'or et l'argent à des ornements ou à nos rapports commerciaux avec les nations étrangères, qui n'admettraient pas nos signes conventionnels des valeurs.

L'utilité de diminuer autant que possible la masse des métaux précieux, employée comme intermédiaire des échanges, n'avait point échappé à Adam Smith, et, pour la démontrer, il se servit d'une comparaison assez curieuse entre les routes et les monnaies. Il fit remarquer que les routes, occupant une partie de la surface du territoire bri-

tannique, ses produits agricoles en étaient diminués, et que si l'on trouvait moyen de tracer, dans l'air, des voies de communication, qui ne coûteraient rien, le sol occupé par les routes serait aussitôt utilisé par l'agriculture, au profit de la richesse nationale. En remplaçant les métaux précieux, les monnaies, par des billets qui ne coûtent presque rien, on arrive, d'après l'auteur de la *Richesse des nations*, à un résultat analogue.

Depuis lors, l'avantage de cette substitution s'est beaucoup augmenté, par l'excès de la production de l'or et de l'argent, comparée à leur consommation. L'intensité de cette production s'accroît à chaque instant, et la valeur échangeable de ces métaux doit nécessairement continuer à en être affectée.

Cette considération est d'un grand poids pour chercher à introduire, dans nos transactions intérieures, un signe de la valeur entièrement indépendant de l'extraction plus ou moins grande des métaux précieux. Le sol même de la France semble remplir avec avantage les conditions principales du gage d'une monnaie de convention. L'emploi d'une partie de notre territoire, pour diminuer la quantité de nos monnaies métalliques, ne créerait véritablement aucune valeur dans la somme de nos richesses nationales; mais ce serait une dépense de

moins, exprimée par l'intérêt annuel de l'or et de l'argent disponibles pour d'autres usages ; ce serait aussi une perte de moins à supporter dans la dépréciation progressive de l'or et de l'argent, employés comme monnaies.

La création d'une banque hypothécaire territoriale fournirait le moyen de réaliser ces deux résultats importants ; elle en présenterait même un troisième qui le serait encore davantage. En procurant à l'agriculture des capitaux, à un taux moins onéreux que par le passé, cet établissement permettrait de fertiliser davantage une grande partie du territoire français, et de suivre, dans notre production agricole, la proportion croissante de la population.

SECONDE PARTIE.

La possibilité de substituer avantageusement la monnaie de papier à une partie de la monnaie métallique d'un état a été suffisamment prouvée par nos considérations générales sur ces deux espèces de signes représentatifs des valeurs.

La convenance et les proportions de cette substitution, dans notre pays, dépendent de la quantité d'or et d'argent existants dans le monde en général, et en France en particulier ; mais cette évalua-

tion actuelle des métaux précieux ne présente qu'un des éléments de la discussion : il faut nécessairement tenir compte de la production et de la consommation actuelles, il faut même évaluer leurs chances de variations dans l'avenir.

L'or et l'argent jouent un rôle si éminent dans les fonctions du corps social, que les écrivains de tous les temps en ont parlé plus que des autres métaux : aussi, en commentant divers passages des auteurs les plus anciens, on a cherché à évaluer la quantité de métaux précieux possédée par différents peuples, à certaines époques de l'histoire universelle. Pour enlever à l'or et à l'argent le caractère complet de la richesse, dont ils ne sont que les représentants, les économistes, dans un temps plus rapproché de nous, ont été forcés d'étudier, pendant plusieurs périodes, la valeur relative de ces métaux avec d'autres valeurs, et ces comparaisons ont fourni des notions plus ou moins exactes sur leur quantité. Bien que, depuis un siècle, il ait été immensément écrit sur ces questions, quelques points seulement ont été éclaircis : le doute existe encore sur la quantité totale d'or et d'argent dans la main des hommes, sur la proportion que ces deux métaux gardent entr'eux, et sur la part de cette quantité employée comme monnaie. Tant que durera l'obscurité qui règne encore pour nous

sur la Chine et plusieurs nations de l'Asie, toute évaluation universelle est difficile à tenter; et, si l'on ne veut pas donner trop de place à de pures hypothèses, on est forcé de la restreindre à certaines parties du globe : en bornant même ces évaluations aux peuples les plus avancés en civilisation, les plus riches en documents statistiques, on sent faiblir son courage devant le caractère d'incertitude qui se révèle à un si haut degré, dans tous les errements qu'il faut suivre, pour arriver à la solution de ce problème ; néanmoins, depuis les révolutions survenues chez les peuples de l'Amérique espagnole et portugaise, on peut évaluer la production avec plus de précision, tandis qu'au milieu d'une longue paix européenne, on peut recueillir des renseignements plus certains sur la consommation.

Sans prétendre fixer le degré de confiance qu'on doit ajouter à ces évaluations générales dans les temps anciens et modernes, je citerai quelques-uns des chiffres indiqués par un écrivain anglais, M. William Jacob, qui a réussi, mieux que personne, à grouper toutes ces recherches. Il évalue la totalité du numéraire existant dans l'Empire romain, sous Auguste, à environ huit milliards de notre monnaie. En admettant que, dans ce temps, la diminution de poids, occasionnée par la circu-

lation, fut telle, que la totalité d'une pièce de monnaie fut complètement usée en 360 ans, et en tenant compte des sommes d'or et d'argent tirées des mines, à cette époque de décadence, il calcule que le numéraire des pays qui avaient été soumis à l'Empire romain se trouvait réduit à moins d'un milliard de francs, au commencement du IX^{e} siècle. A partir de cette date, l'intrépidité de l'investigateur cède devant la rareté des documents, et il est forcé d'abandonner le fil conducteur à l'aide duquel il a traversé les huit premiers siècles de l'ère chrétienne : sans pouvoir fournir aucune preuve, il suppose que, pendant les huit cents ans qui ont précédé la découverte de l'Amérique, les produits des mines ne faisaient que compenser la consommation occasionnée par le frottement ou par d'autres causes de perte : pendant le XVI^{e} siècle, il ajoute le produit des mines, il déduit la détérioration des monnaies, la consommation pour d'autres usages, les exportations pour les contrées de l'Asie non comprises dans ses calculs, et il trouve que, vers 1600, le numéraire devait arriver à trois milliards et un quart. En continuant à suivre le même mode d'appréciation, il indique sept milliards et demi pour 1700, et enfin neuf milliards et demi pour 1809.

Le mouvement ascensionnel s'arrête à cette

date : les troubles qui précèdent l'indépendance des colonies espagnoles diminuant les produits des mines, l'emploi des métaux précieux pour d'autres usages que les monnaies, et l'exportation pour l'Asie continuant à absorber des quantités considérables, la production n'égale même plus la consommation ; enfin pour 1829, terme extrême d'une période de vingt années qui termine les travaux de M. Jacob, le numéraire circulant dans le monde, sauf l'Asie orientale, est évalué à un peu moins de huit milliards de francs.

Il est permis de supposer que les résultats auxquels est arrivé M. Jacob, pour cette dernière période de son travail, ne sont pas entièrement exacts, et une erreur, si elle existe, est très-excusable au milieu du bouleversement politique des contrées qui, depuis trois siècles, contribuaient presque seules à la production des métaux précieux : elle ne fut pas, je pense, aussi restreinte qu'on l'a supposée, seulement la confusion survenue dans les documents officiels du gouvernement espagnol, a troublé momentanément la source principale à laquelle ont puisé les auteurs qui ont traité ce sujet. Maintenant ces nouveaux états, quoique toujours agités, ont repris assez de tranquillité pour se livrer de nouveau, même avec plus de succès, à leur principale industrie naturelle ; aussi, le doute sur la

période de 1809 à 1829 devient assez indifférent en présence de la production actuelle et de son accroissement probable dans l'avenir.

L'étude des mines situées sur le territoire de la République méxicaine, qui a absorbé plusieurs années de ma vie, m'avait inspiré, je dirai presque forcément, le désir de joindre à mes recherches celles qui avaient pu se faire récemment sur d'autres points du globe, afin de présenter pour la production générale en 1842, la même imitation de cette partie des travaux de M. de Humboldt, que j'avais essayé de réaliser pour la Nouvelle-Espagne. A l'époque où mon travail se terminait, ce pays fournissait plus de la moitié de la production totale du Nouveau-Monde ; dès-lors, mes chiffres avaient une large part dans cette évaluation générale; mais la situation des mines de l'Amérique méridionale proprement dite, me semblait alors trop imparfaitement tracée, pour placer à côté de mes résultats à peu près certains pour le Méxique, des renseignements douteux sur des régions métallifères que je n'avais point visitées.

Des détails précieux fournis sur les mines du Chili par un ingénieur français, M. Domeiko, et quelques tableaux sur la fabrication annuelle de divers hôtels des monnaies de l'Amérique du sud, ont renfermé depuis lors, dans un cercle beaucoup

plus étroit, les chances d'erreurs qu'offrait cette évaluation. A la fin de 1846, elle a été tentée non-seulement pour une hémisphère, mais pour le monde entier, par un de nos économistes les plus éclairés, qui joint à ses connaissances spéciales dans l'art des mines le rare talent de rendre attrayantes les questions scientifiques les plus arides. M. Michel Chevalier a divisé en deux sections le travail qu'il a publié sur ce sujet : la première a été consacrée à l'Amérique, la seconde à notre hémisphère ; dans celle-ci, des chiffres très-problématiques relativement à la Chine, au Japon, à l'Archipel de la Sonde, sont devenus indispensables pour ce calcul universel : j'avouerai qu'ils me semblent si incertains, que je préfère rester dans les limites déjà bien assez étendues, que Jacob a fixées à la plupart de ses tableaux, qui ne comprennent pas l'Asie-Orientale.

Le total de la production annuelle de l'Amérique, en or et en argent, est évalué par M. Michel Chevalier à 188 millions : dans ce chiffre se trouvent ceux que j'ai indiqués pour le Mexique en 1842, mais depuis lors le résultat des mines de ce pays a été en augmentant, et je crois ne rien exagérer en portant la production annuelle de l'Amérique en nombres ronds à 200 millions. Cette augmentation est amplement justifiée par celle qui

s'est réalisée dernièrement à Guanaxuato seulement.

La Russie asiatique, à l'époque à laquelle Pallas la parcourait, n'indiquait, pour l'extraction de l'or, que des travaux fort anciens, sources probables de ces richesses qu'Hérodote signale dans le pays des Scythes, et dans des déserts situés au nord de la Bactrianne. Les chaînes de l'Oural et de l'Altaï, qui répondent assez bien aux indications d'Hérodote, et des auteurs moins anciens, ont donné lieu, depuis vingt ans, à des travaux considérables pour obtenir l'or. Quoique, sur quelques points de l'Altaï, on rencontre dans du minerai de plomb des quantités suffisantes d'argent pour motiver une exploitation fructueuse, cependant la somme qu'on en retire jusqu'à présent ne représente qu'environ le dixième de celle de l'or. Ce métal se trouve dans des sables qu'il suffit de laver pour en séparer les parties métalliques : cette opération a si bien réussi que, malgré le manque de bras dans ces vastes solitudes, on évalue pour 1846 la production totale de la Russie à 100 millions de francs.

L'Europe, dans les temps anciens, contribuait dans une large proportion à la quantité d'or, surtout à la quantité d'argent qui circulaient dans l'ancien monde. Après la découverte de l'Amérique, depuis les travaux métallurgiques entrepris

récemment dans l'Asie-Boréale, la production européenne a perdu de son importance relative, bien que les progrès de la chimie lui aient permis de s'augmenter. Ces progrès ont été bien sensibles depuis trente ans, surtout pour cette partie finale de la métallurgie, dans laquelle on isole les uns des autres les métaux, déjà séparés des matières pierreuses qui les accompagnent dans la nature. Des parties peu considérables d'argent allié au plomb, des fractions encore plus minimes d'or allié à l'argent, étaient abandonnées dans ces alliages, et quoique constatées dans les laboratoires, ces valeurs restaient sourdes à la voix de l'industrie.

Sous le point de vue de l'économie et de l'exactitude, les moyens usités pour séparer l'or de l'argent par voie humide ont reçu en France un grand perfectionnement, tandis qu'en Angleterre les procédés de voie sèche, pour isoler l'argent contenu dans le plomb, sont devenus moins coûteux, et se sont enrichis d'une découverte importante.

En oxidant le plomb, on isole l'argent par la coupellation : ce procédé est fort ancien : on trouve dans l'Ecriture-Sainte, 900 ans avant Jésus-Christ, quelques passages qui le font reconnaître; on le voit indiqué plus distinctement par Pline, Strabon, Diodore, enfin il est exactement décrit dans Geber, chimiste arabe, dont les manuscrits, datés de la fin

du huitième siècle, sont conservés au Vatican ; c'est cette opération qui a subi, dans son coût, une modification importante depuis quelques années. Au lieu de maintenir en fusion pendant plusieurs jours toute une masse de plomb argentifère, on a diminué l'emploi du combustible, en opérant sur des fractions de cette masse, présentées sur plus de surface et moins de profondeur à l'action oxigénante de l'air.

L'incertitude qui règne encore sur les lois qui régissent le refroidissement des métaux, n'a pas empêché d'utiliser industriellement un des phénomènes de liquation. L'on a observé que dans le refroidissement lent d'un bain de plomb argentifère, l'argent également reparti dans la masse, ne tardait pas à se séparer fort inégalement entre la partie qui cristallisait la première par refroidissement, et celle qui conservait plus longtemps l'état liquide. En séparant les cristaux de plomb à mesure qu'ils se forment, on a pu concentrer la plus grande quantité d'argent dans une masse de plomb beaucoup moindre, qui est soumise seule à la coupellation.

Ces nouveaux procédés ont permis aux mines de plomb de la Grande-Bretagne, d'ajouter à la circulation un poids d'argent considérable : leur économie engage à conduire en Angleterre les plombs

riches en argent que l'Espagne, après avoir perdu l'Amérique, s'occupe à tirer de ses mines. Les gîtes métallifères de la péninsule ibérique ont fourni successivement, à plusieurs siècles de distance, de grandes richesses aux races variées de l'espèce humaine qui l'ont habitée. Les Phéniciens d'abord, les Carthaginois, les Romains ensuite tiraient beaucoup d'argent du sud de l'Espagne : les Maures, à une époque plus voisine de nous, ont fouillé aussi les montagnes de la *Sierra-Nevada* et du royaume de Valence, qui sont attaquées avec succès de nos jours. D'après les renseignements fournis récemment par divers ingénieurs français (1) sur les mines de l'Espagne, d'après ceux que j'ai recueillis moi-même en Angleterre, l'argent obtenu dans ces deux pays me paraît devoir représenter au moins 25 millions.

Les mines de la Hongrie, de la Saxe, du Hartz, qui formaient pendant le moyen-âge la principale ressource, pour neutraliser la destruction constante des monnaies, sont toujours comptées au nombre des gîtes métallifères exploités ; mais leur produit annuel ayant perdu de son importance, on peut exprimer avec exactitude celui de toute l'Allemagne, en le portant à 20 millions.

(1) MM. Le Play, Paillette, Sauvage, Pernolet.

Le reste de l'Europe donne des chiffres bien moindres, et qui, par cela même, n'ont pas été déterminés avec soin. La France avait dans les Vosges un gisement d'argent digne d'attention, mais abandonné aujourd'hui. L'exploitation de celui de Poullaouen, qui offre des minéraux analogues à ceux des parties hautes des filons mexicains, et celle des galènes argentifères de Villefort et de Pongibaud, donnent à peine un million de francs pour tout notre territoire européen. La Suède et l'Italie livrent aussi quelque peu d'or et d'argent à la circulation, et dont la valeur est égale peut-être, à ce que produit la France. La réunion du produit de ces états et de quelques autres donne un surplus de cinq millions, en y comprenant l'argent qui aboutit à la monnaie de Constantinople, et que, par ce motif, je crois devoir compter ici, bien qu'il sorte de mines situées dans les provinces asiatiques de l'Empire ottoman ; on trouve alors que la production annuelle de l'Europe n'est pas inférieure à 50 millions.

Les monuments écrits les plus anciens que nous connaissons, les saintes Ecritures nous montrent l'Afrique comme la terre de l'or par excellence ; mais aujourd'hui il en sort peu de cette partie du monde. Je crois un peu trop élevé le chiffre de 14 millions, attribué à cette provenance par M. Che-

valier. L'or entre pour peu de chose actuellement dans les échanges commerciaux de la côte orientale de l'Afrique, et celui qui s'exporte par la côte occidentale ne représentait que cinq à six millions, lorsque, pendant les guerres maritimes du commencement de ce siècle, ce commerce était presque entièrement dans les mains de la Compagnie africaine, établie à Londres. Comme l'argent n'a jamais été rencontré avec abondance sur ce vaste continent, je prendrai le chiffre de dix millions pour celui de la production annuelle de l'Afrique pour les deux métaux réunis.

Ces diverses grandes divisions des pays producteurs d'or et d'argent, nous donnent annuellement

200 millions pour l'Amérique,
100 » pour l'Asie boréale,
50 » pour l'Europe, en y comprenant l'empire ottoman,
10 » pour l'Afrique,

en tout 360 millions, pour cette partie de notre globe, dont M. Jacob évaluait la production annuelle de 1809 à 1829, à cent trente millions de notre monnaie. C'est qu'alors la Russie avait à peine commencé à produire l'or, et que les mines d'Amérique étaient momentanément abandonnées.

Les trois cinquièmes de la somme que je viens d'indiquer ne laissent aucun doute, parce qu'ils

correspondent aux productions de la Russie, du Mexique, du Chili, qui sont exactement connues ; pour les autres deux cinquièmes la certitude est moins grande il est vrai ; mais les chances d'erreurs sont égales dans les deux sens, et à cinq ou dix millions près, on peut admettre sans crainte et pour 1857, ce chiffre de 360 millions que M. Thiers a réduit à 200 dans son discours à l'Assemblée nationale, le 10 octobre 1848. Au surplus en consultant le tableau général de M. Chevalier, que je reproduis dans une note au bas de ces lignes (1),

(1) Tableau de la production des métaux précieux, d'après M. Michel Chevalier (1846).

Etats-Unis,	6,199,000 fr.		
Mexique,	96,977,000		
Nouvelle Grenade	18,148,000		
Pérou,	27,585,000		
Bolivie,	13,083,000		
Brésil,	8,610,000		
Chili,	11,146,000		
Divers,	6,162,000		
	187,910,000	production	de l'Amérique,
	31,145,000	«	de l'Europe,
	82,324,000	«	de la Russie,
	13,778,000	«	de l'Afrique
	7,888,000	«	divers.
	323,045,000		
	16,189,000	«	Archipel de la Sonde.
	27,942,000	«	Chine et Japon,
	367,176,000		

Revue des deux Mondes, avril 1847.

on pourra se convaincre que la différence qui existe entre ses résultats et les miens s'explique par les augmentations que j'ai indiquées, et je terminerai ici mes remarques sur la production des métaux précieux, pour parler de leur emploi.

Les quantités d'or et d'argent absorbées pour les divers objets de luxe, pour l'usure des monnaies par le frottement, et que l'on désigne sous le nom de *frai,* enfin la somme que le commerce de l'Asie orientale, enlève chaque année à la masse des monnaies du reste du monde, ont été examinées par M. Jacob avec un soin particulier; cette partie de ses évaluations mérite d'autant plus de confiance, que le rayon dans lequel ces dernières recherches devaient se pratiquer, s'écartait moins du point où s'était placé l'observateur.

La valeur considérable employée en objets de luxe chaque année, étonne lorsqu'on l'entend exprimer pour la première fois. Sans pouvoir être taxé d'exagération, et en présentant les bases de ses calculs, M. Jacob la croyait égale à 140 millions de francs. L'aisance générale de tous les peuples ayant continué à s'augmenter, j'élèverai ce chiffre à 150 millions, et si je m'arrête là, c'est que je ne pense pas, comme l'auteur que j'ai cité, qu'un centième seulement de cet emploi annuel, soit fourni par des bijoux et de l'argenterie refondus; cette pro-

portion peut ne pas être plus forte en Angleterre, mais en France elle l'est bien davantage.

Un grand nombre d'expériences ont été faites pour déterminer la proportion du *frai*, et le choix des alliages qui peuvent le diminuer. L'or et l'argent s'useraient beaucoup plus à l'état de pureté, que lorsqu'ils sont alliés au cuivre; mais les Anglais prétendent que leur alliage monétaire, de onze parties d'or pour une partie de cuivre, résiste mieux au frottement que les monnaies françaises et espagnoles qui renferment sensiblement une partie de cuivre pour neuf parties d'or ou d'argent (1). Je crois qu'en considérant la nature des alliages qui circulent dans le monde, on peut, sans crainte d'erreur importante, compter l'usure moyenne des monnaies actuelles à 2 millièmes, soit 1/5 pour cent de leur poids total, pour chaque année de circulation. En comptant pour 10 milliards, le total du numéraire, le frai détruit vingt millions par an.

Le commerce de l'Asie orientale, celui de la Chine surtout, absorbent une large part de la production des métaux précieux. Habitué depuis une longue

(1) D'après des documents officiels, les monnaies anglaises perdent chaque année par le *frai*, $\frac{1}{600}$ pour les espèces d'or, $\frac{1}{150}$ pour celles de d'argent. La commission des monnaies de France a fait, en 1840, un grand travail sur ce sujet qui n'est point encor public, mais dont le résultat, quelqu'il soit, ne peut faire varier considérablement nos calculs définitifs.

suite de siècles à un isolement presque complet, l'empire chinois, civilisé depuis longtemps, a pu suffire par lui-même à tous ses besoins. Le commerce étranger, permis sur un seul point du territoire, n'a rien changé aux mœurs de ses peuples, et pour obtenir le thé et la soie, productions de ces contrées, on a dû y porter des métaux précieux : c'est pour en diminuer la quantité que les Anglais recourant à la force ont obligé le gouvernement chinois à tolérer le commerce de l'opium qu'il interdisait dans un but à la fois moral et hygiénique. M. Jacob a évalué à 50 millions la somme de numéraire absorbée chaque année par la Chine, mais depuis vingt ans cette somme a diminué parce qu'on a commencé à admettre en Chine, outre l'opium, des marchandises européennes en grande quantité. La valeur de l'or, comparée à celle de l'argent, est restée pendant longtemps dans ces contrées, dans une proportion analogue à ce qu'elle était en Europe avant le XVI^e^ siècle, c'est-à-dire de douze pour un : aussi y a-t-on porté seulement de l'argent : on en a même porté pour une valeur supérieure à celle des marchandises qu'on voulait acheter, et on l'a échangé contre de l'or qu'on a rapporté en Europe. Ces causes doivent faire réduire à trente millions par année, l'absorption des métaux précieux par l'Asie orientale.

En réunissant ces divers emplois de l'or et de l'argent, nous trouvons qu'il faut chaque année :

150	millions	pour les objets de luxe;
20	»	pour la détérioration des monnaies;
10	»	pour les naufrages;
30	»	pour le commerce de l'Asie orientale.

en tout 210 millions à déduire de 360 millions, chiffre auquel nous sommes arrivés pour la production. Si ces bases sont admises, la masse du numéraire s'augmenterait chaque année de 150 millions.

Laissant de côté, pour le moment, toute considération sur la variation probable, on peut dire certaine, de la production universelle, nous chercherons le chiffre du numéraire en France : on ne tardera pas à être convaincu, que sans être aussi hypothétique que l'évaluation générale, cette recherche ne manque pas de difficultés.

Un des moyens les plus sûrs pour connaître le numéraire circulant chez une nation, c'est la refonte de ses monnaies. Une semblable opération se commença en France en 1726 et dura quelques années. Les espèces frappées avec de nouveaux coins s'élevèrent à 1,200 millions de livres tournois. Ce renseignement se trouve dans une lettre de Turgot, qui en renferme un second qui n'est pas moins

intéressant ; c'est le chiffre de l'impôt : en 1749, il y a précisément un siècle, il montait à 300 millions, au quart du numéraire en circulation.

L'adoption du système décimal a motivé, à une époque plus rapprochée de nous, la refonte de nos monnaies : elle ne s'est opérée que lentement, et ce n'est qu'il y a peu de temps, que les pièces de 15 et 30 sols ont été retirées de la circulation. En relevant dans les hôtels des monnaies de France, les quantités de pièces frappées d'après ces nouvelles divisions, en ajoutant ou retranchant le résultat des espèces sorties et rentrées en France, depuis le commencement de la refonte, on croirait trouver le chiffre demandé, malheureusement cette route naturelle ne conduirait qu'à des erreurs.

Un emploi considérable d'or et d'argent se trouve chaque année dans la fabrication des bijoux, de l'argenterie : ce ne sont pas seulement les métaux importés chaque année de l'étranger qui servent à cette fabrication, souvent on détruit des monnaies pour fabriquer ces objets de luxe. Ce serait déjà une source d'erreurs, mais il en est une plus importante, dans les progrès successifs en France, depuis un demi-siècle, de cette partie de la métallurgie, connue sous le nom de l'art de *l'affinage*, et qui sert à séparer l'or de l'argent.

Un procédé nouveau, substitué à celui qu'on

employait partout depuis plusieurs siècles, a permis de diminuer le coût et la durée de cette opération : peu à peu on en a encore réduit la dépense : ensuite on a réussi à rendre nulle la perte qui résultait de la volatilité de l'argent lorsqu'on le fait passer à l'état liquide : enfin un changement dans l'appréciation du titre de nos monnaies d'argent, devenu ou réputé nécessaire par suite d'une découverte scientifique, est venu se joindre à toutes ces causes qui ont permis de rechercher des faibles proportions d'or dans les alliages d'argent et d'or. Ces perfectionnements ne se sont point obtenus d'une seule fois : des fractions d'or sans valeur industrielle en 1800, en ont eu en 1820 : celles qu'on négligeait encore en 1820, sont devenues utilisables après cette époque ; depuis 1830, on est encore allé plus avant dans le sens de la perfection, et les affineurs ont résolu des problèmes industriels dont la solution paraissait impraticable. Il en est résulté que, à deux ou trois époques, une grande partie des monnaies décimales a été temporairement détruite pour reprendre quelques jours après leur forme, après avoir abandonné quelques particules d'or qui valaient un peu plus que le coût de ces métamorphoses. Dès lors le travail des hôtels des monnaies ne peut servir d'indicateur pour le chiffre de la circulation. C'est la perfection extrême à laquelle l'art de l'affineur a été porté en

France qui est la cause de l'arrivée constante des métaux précieux sur notre territoire : des détails sur la marche progressive de cette industrie ne peuvent trouver leur place dans les limites de ce mémoire, je dois me borner à en indiquer le résultat; nous verrons plus loin que ces progrès de la métallurgie en France exercent une grande influence sur la route que suit une partie considérable des métaux précieux, aussitôt après leur extraction. Après de telles indications, on voit que les quantités d'or et d'argent frappées dans les hôtels des monnaies, ne peuvent plus suffire pour donner la mesure du numéraire circulant en France : il faut la chercher par d'autres moyens.

Nous avons vu qu'en 1749, Turgot évaluait à 1,200 millions le total des monnaies françaises. Quarante ans plus tard, Necker prétendait que nos espèces métalliques s'élevaient à deux milliards et un quart : en 1803, Gerboux les réduisait à 1850 millions. En 1813, le duc de Gaëte calcule à trois milliards et demi le numéraire de tout l'empire français; mais notre territoire était bien plus grand. M. de Humboldt qui s'est occupé de ces questions, avec la perspicacité et le zèle qu'il apporte dans tous ses travaux, dit que le numéraire de l'ancienne France devait se compter pour deux milliards quatre cents millions; enfin, M. Jacob que j'ai déjà cité

souvent, et qui écrivait en 1829, estime les monnaies françaises à deux milliards et demi. Bien que quelques économistes aient parlé de chiffres beaucoup plus élevés, je prendrai l'évaluation de M. Jacob : elle est sensiblement le double de celle faite par Turgot, mais le grand développement que prirent les mines du Mexique à la fin du siècle dernier, justifient largement cette augmentation de la quantité d'argent circulant en France, après un espace de quatre vingts ans.

Il nous sera plus facile de connaître la part que la France a prise à l'augmentation du produit des mines pendant les dernières années. L'administration des douanes vient de publier le tableau décennal du commerce de la France avec ses colonies et l'étranger. Les deux tableaux réunis comprennent les vingt années écoulées de 1827 à 1846 : ils donnent l'importation et l'exportation de l'or et de l'argent : en déduisant la seconde de la première, on trouve que pendant cette période seulement, la quantité d'or et d'argent déposée en France par le commerce, s'élève à deux milliards soixante quatre millions. Somme énorme, qui surprendra peut-être, mais sur laquelle aucun doute important ne saurait se soulever, en présence de renseignements officiels, d'autant plus dignes de foi qu'aucun intérêt privé n'a pu les fausser en France comme dans d'autres

états, où les droits du fisc engagent à tromper l'administration (1).

La commune annuelle de cet excès des importations sur les exportations est de 103 millions : si nous déduisons la consommation de la France en bijoux, argenterie, ornements, que nous devons évaluer au plus à trente trois millions par année, nous trouvons que dans chacune des années de cette double période décennale, le numéraire de la France s'est accru de soixante et dix millions.

Tout doit faire croire que cette proportion ne doit avoir que faiblement varié pendant les années 1847 et 1848 : alors le chiffre du numéraire de la France se composerait de

2,500,000,000 existant en 1829;
1,400,000,000 acquis depuis vingt ans.

en tout 3,900,000,000 pour 1849.

Au lieu de cette somme, M. Thiers a annoncé, dans la séance de l'assemblée nationale du 10 octobre 1848 que le numéraire circulant en France

(1) Résumé des tableaux du commerce de la France avec ses colonies et avec les puissances étrangères, de 1827 à 1846.

Importations.		
Or,	455,605,178 fr.	3,501,163,558
Argent,	3,045,558,380.	
Exportations.		
Or,	498,548,677 fr.	1,439,264,137
Argent,	940,715,460	

Excès des importations en vingt ans, 2,061,899,421.

n'arrivait qu'à deux milliards. Après les documents que je viens de fournir, je crois superflu de discuter cette assertion, je passerai à quelques réflexions que sugèrent les tableaux de l'administration des douanes : en les étudiant on voit que pour plus de 3 milliards d'argent arrivé en France, il n'est entré que 455 millions d'or. Il est sorti 500 millions de ce métal et seulement 900 millions d'argent.

Ces chiffres s'expliquent à la fois, par la route que suivent les produits des mines de l'Amérique et de l'Asie boréale, pour arriver à la circulation européenne, par notre supériorité dans l'art de l'affinage, et dans celui du monnayage, enfin par la valeur relative établie par le gouvernement français entre l'or et l'argent (1),

(1) Les sept huitièmes du produit annuel des mines d'Amérique se composent d'argent, renfermant une proportion d'or plus ou moins minime. Une grande partie de cet argent est soumis au *départ*, dans les pays qui le produisent ; cependant comme le coût de cette opération y est bien plus élevé qu'en France, on envoie directement à la Monnaie les lingots d'argent qui renferment moins d'un millième et demi d'or. Dans la fabrication des monnaies américaines, ces lingots aurifères se confondent avec ceux dont l'or a été séparé, il en résulte des espèces assez riches en or pour être traitées avec avantage par les affineurs français.

Ces monnaies des nouveaux états américains, après avoir servi peu de temps à la circulation intérieure, arrivent dans les ports, par l'effet du courant du commerce extérieur qui les entraine vers la mer.

L'Angleterre qui ne recule jamais devant une dépense, quand cette dépense conduit à l'accroissement commercial, s'est empressée d'entourer les anciennes possessions espagnoles et portugaises d'un service régulier de navires de l'état qui aspirent la majeure partie du produit des mines du Nouveau Monde. Le génie mercantile les conduit bien dans les ports

J'arrêterai ici mes considérations sur l'état actuel des métaux précieux : elles paraissent avoir été, sinon épuisées, au moins suffisamment étendues pour les diriger sur l'avenir. Lorsque j'ai traité ce sujet pour le Mexique seul, j'ai senti combien il était indispensable de diviser l'or et l'argent dans cet examen : je prendrai la même précaution pour l'étude plus générale que j'essaie aujourd'hui.

C'est aux phénomènes volcaniques, pris dans l'acception la plus large donnée à ces mots en géo-

britaniques, mais nos progrès dans les arts chimiques les forcent à aboutir en France.

En passant dans les vases de platine des affineurs français les grandes comme les petites proportions d'or sont séparées de l'argent. Comme le premier de ces métaux ne vaut dans notre système monétaire que 15 fois et demi autant que le second, tandis qu'ailleurs on échange un kilogramme d'or contre 16 kilogrammes d'argent, ce dernier métal reste en France surtout sous la forme de pièces de cinq francs, tandis que l'or traverse la Manche et va augmenter la monnaie ou les bijoux de nos voisins.

La production toute récente des métaux précieux dans l'Asie boréale consiste en or, mêlé à une proportion d'argent peu considérable en valeur quoique assez considérable en poids. Ces alliages recueillis aux pieds de l'Oural et de l'Altaï, arrivent à Saint-Pétersbourg. C'est là que le gouvernement russe a fait établir, il y a environ douze ans, un atelier de *départ* qui s'est élevé sous la direction d'un affineur français, à qui sont dus en grande partie les progrès de cet art (M. Poizat). Sans sortir de la capitale russe les deux métaux isolés l'un de l'autre servent à la fabrication des monnaies : l'or qui n'est pas nécessaire à la circulation de l'empire, passe directement en Angleterre.

Ces indications semblent expliquer parfaitement, soit l'arrivée constante et le séjour de l'argent en France, où on l'emploie surtout comme monnaie, soit l'exportation de l'or et sa concentration en Angleterre, où il est préféré comme signe monétaire.

gnosie, qu'il faut rattacher la présence de l'or et de l'argent à la surface de la terre. Pendant les diverses périodes du refroidissement de notre planète, les matières contenues vers le centre ont réagi sur la circonférence, en la soulevant inégalement. Des fentes ont pu se produire dans la croûte de notre globe et se remplir ensuite de matières pierreuses et métalliques, à l'état liquide, peut-être même à l'état gazeux : c'est à ces substances, remplissant les petites solutions de continuité des roches, qu'on a donné le nom de filon. Je ne puis parler de ces phénomènes naturels sans dire que ce qu'on en connaît, est principalement dû aux études ingénieuses de notre savant confrère M. Fournet. Sans doute si son regard investigateur avait pu consulter les secrets de la nature dans les profondeurs des mines américaines, il aurait habilement coordonné les faits recueillis par divers observateurs, et la géologie lui devrait une belle page de plus sur la théorie des filons. Parmi ces faits encore isolés, il en est un que j'ai pu observer dans toutes les grandes veines métallifères du Mexique : c'est que l'or se présente toujours en plus grande abondance vers le jour, tandis que sa proportion diminue avec la profondeur : souvent ce métal apparaît en quantité considérable dans les boursouflements qui s'élèvent au-dessus du sol

à l'orifice des filons, ou dans les épanchements horizontaux qui s'étendent à l'entour de cet orifice.

Au Mexique, il est peu de mines d'argent qui soient absolument privées d'or; seulement à mesure que l'on avance en profondeur sa proportion diminue. A Guadalupe y Calvo, sur la Crête du filon, un seul coup de marteau détachait des fragments de roche où l'or se distinguait aisément : prise à 100 mètres de profondeur, cette veine de quartz large de 18 mètres, ne contenait plus que des faibles parcelles d'or, que l'œil ne découvre plus, que le mercure seul peut recueillir.

Si les causes de ces phénomènes sont difficiles à découvrir, il suffit de les constater pour expliquer comment, dans tous les temps, la presque totalité de l'or existant dans la main des hommes, a été extraite plutôt à la surface que dans les entrailles de la terre.

L'influence atmosphérique prolongée pendant une durée indéfinie, suffit pour détruire la cohésion de la partie pierreuse des filons: on conçoit, dès-lors, comment après avoir été entraîné par les eaux des pluies avec les débris des roches, l'or qu'on trouve dans les rivières a été transporté à une distance plus ou moins grande de son gîte primitif, en perdant dans le trajet les gangues qui l'entouraient. Ceci explique bien comment,

dans les temps anciens et dans les temps modernes, le lavage du sable d'un grand nombre de rivières a fourni de l'or en quantités considérables. On comprend aussi comment un faible déplacement dans l'écoulement actuel des eaux des pluies, peut avoir éloigné plus ou moins des alluvions précédentes le cours d'une de nos rivières, et comment ces terrains secs aujourd'hui, peuvent contenir de l'or. Ces phénomènes peuvent avoir été accomplis peu-à-peu par la simple action de l'atmosphère telle qu'elle est aujourd'hui, pendant la période de repos qui a succédé aux dernières grandes commotions de notre planète. Tous ces phénomènes peuvent à la rigueur se continuer au milieu de nous, mais on doit réduire leurs résultats à de petites proportions, quand on voit avec quelle promptitude on épuisa les alluvions de Saint-Domingue, d'où sortait le premier or venu d'Amérique.

Si cette explication est suffisante pour justifier la présence de l'or, dans des espaces peu éloignés de la route que suivent encore les eaux pour se rendre d'une partie élevée d'un continent vers la mer, elle ne peut rendre compte de grandes surfaces de sables, éloignées de tout cours d'eau, et dans lesquelles certains minéraux cristallisés peu communs sont mêlés avec les métaux les plus rares. Pour expliquer ces faits, il faut se reporter vers

quelques-unes des dernières secousses qui, en ébranlant notre globe ont détruit et trituré les affleurements des filons, soit qu'ils fussent formés antérieurement à ces commotions, soit que les filons eussent été un des premiers résultats de ces commotions : transportés ensuite par des masses d'eau qui ont disparu depuis lors, ou dont le cours a été modifié par des changements survenus à la surface du globe, ces fragments de rochers ont formé de vastes attérissements à de grandes distances de leur gissement primitif.

C'est par le lavage d'alluvions, comparativement peu éloignées du gîte primitif qu'on extrait dans la Nouvelle-Grenade l'or et le platine. Ces métaux sont presque toujours accompagnés de l'osmium, de l'iridium, quelquefois du Rhodium; c'est dans les grands attérissements dont nous reportons l'origine à l'action plus violente des cataclysmes, qu'on trouve l'or et les diamants au Bresil; c'est dans des terrains d'une origine semblable, situés à quelque distance de la pente orientale de l'Oural, qu'on a trouvé dernièrement l'or, le platine, l'iridium, l'osmium, le rutile, l'anatase, la zircone, le corindon bleu et quelques diamants.

Jusqu'à présent, l'or que possèdent les hommes a été presque entièrement recueilli dans le sable des rivières ou dans les alluvions récentes qui les

avoisinent. L'allure des filons d'or est trop incertaine pour que l'exploitation des roches dures qui renferment ce métal ait été généralement fructueuse. A l'avenir l'or semble devoir s'extraire en plus grande abondance dans les grands attérissements, situés à plus ou moins de distance des filons métallifères.

La découverte, comme l'importance de ce dernier genre d'exploitation, semble dépendre bien moins de leur rareté que du contact prolongé de l'homme civilisé sur les parties du globe où ces dépôts se sont formés. Nous avons vu ce que produit aujourd'hui celui de Sibérie, à peine exploité il y a trente ans : nous sommes appelés, depuis l'année dernière à entrevoir des résultats analogues en Amérique comme si une lutte de richesses s'élevait entre la chaîne de l'Oural et le prolongement probable de la chaîne des Andes en Californie. Sans pouvoir préciser le lieu où commencerait cette lutte, je pressentais, en 1842, qu'elle naîtrait bientôt, sur un immense horizon géologique, qui se déroula devant moi aussitôt que j'en atteignis le bord. Après avoir parcouru, dans la direction du N. O., et sur une longueur de quinze cents kilomètres, la ligne qui passe sur toutes les mines importantes du Mexique, je m'arrêtai à Guadalupe y Calvo : alors l'aspect géognostique de cette contrée presque inconnue, la

fréquence des veines de quartz métallifères qui se montraient dans les courts espaces où la végétation ne recouvrait pas le sol, la présence de l'argent et de l'or annoncée par mes essais de minéraux d'aspects, de natures divers, et recueillis presque au hasard, dans la poussière produite à l'entour de l'orifice des filons, tout m'avertissait de la présence d'une masse de richesse inerte, silencieuse, n'attendant pour se montrer que la venue d'une population moins rare. En prolongeant dans la pensée cette ligne des principaux gîtes métallifères exploitées au Mexique, et dont j'ai indiqué, le premier, la direction générale, j'entrevoyais par de là le point où je m'étais arrêté le développement croissant de cette éjection de métaux précieux, qui pénètre la Cordillière dans le sens de son axe principal.

Cette idée s'est reproduite dans plusieurs passages du livre que j'ai publié, en 1843, sur *les mines du Mexique*. Je disais :

« L'examen des gîtes métallifères entre la pente « de la *Sierra madre* et la mer du Sud, au nord « de Mazatlan, ajoute un intérêt métallurgique à « ses attraits géologiques ; car, c'est dans ces con- « trées que l'or s'est montré en plus grande abon- « dance : c'est sur ce point que sa production « semble pouvoir devenir indépendante de celle « de l'argent.

« L'état peu avancé de la civilisation dans la « partie nord-ouest de la république mexicaine, « a sans doute empêché que le lavage des sables « aurifères ait atteint une faible partie du déve- « loppement dont il est susceptible. Ce qui se « passe en Sibérie peut faire présager quelle se- « rait la production de l'or dans le département « de Sonora, si l'on pouvait, comme en Russie, « disposer d'un grand nombre de bras.

« Les explorations d'alluvions anciennes pour- « ront exercer, au Mexique, une grande influence « sur la production de l'or ; en Sonora, ces dé- « pôts doivent avoir été placés sur des espaces « plus circonscrits qu'en Sibérie, et dans les val- « lées généralement assez étroites, que forment « les rameaux de la chaîne principale. »

Ces pressentiments se sont réalisés, en 1848, au nord-ouest de la Sonora, dans le prolongement extrême de la ligne indiquée, et au point où elle rencontre l'Océan Pacifique. Non loin des côtes de la baie de San Francisco, d'où Drake rapportait de l'or, il y a près de trois siècles, les Américains du Nord, devenus maîtres de cette partie de la Californie, ont découvert, en remontant le Rio Sacramento, un grand espace de terrains-meubles, où l'or se rencontre avec une abondance inouïe.

Un rapport officiel du nouveau gouverneur de

la Californie, des lettres particulières bien détaillées, des essais exécutés à l'hôtel des monnaies de Philadelphie, sur de l'or provenant de ces lavages, ne laissent aucun doute sur l'importance de ce dépôt, et fournissent déjà quelques indices sur sa nature. Le hasard l'a fait découvrir : un nombre considérable de paillettes d'or, rassemblées par le mouvement de la roue hydraulique d'une scierie, récemment construite, a fourni le premier indice de ces richesses.

Il est intéressant de remarquer que les lavages se font à la fois dans le lit des torrents, et dans des terrains non arrosés, qui se trouvent situés entre le cours du Sacramento et la chaîne des montagnes de la Californie : on ignore encore la direction, la composition minéralogique et les caractères géologiques de cette chaîne.

L'or, recueilli dans les ruisseaux, est accompagné d'une quantité considérable de fer hydraté, paraissant provenir de pyrites décomposées; il est en fragments plus petits que dans les terrains secs. Celui retiré de ces attérissements conserve, avec toutes ses aspérités, les empreintes du quartz dans lequel il a été jadis encaissé, et qui se rencontre quelquefois encore avec ce métal : quelle que soit la provenance de ce métal, c'est un alliage d'or et d'argent, dans lequel la proportion d'or ne varie

qu'entre 892 et 895 parties sur mille : c'est à peu près le titre de l'or de Sibérie, qui dépasse 880.

En septembre 1848, six mille personnes se livraient à cette industrie. Des foules d'émigrants sont parties du nord de l'Amérique, et de nombreux navires arment en ce moment en Europe, pour cette contrée, où l'or se trouve en telle abondance, qu'un homme, muni d'appareils grossiers, en recueille, chaque jour, en commune, plus de 25 grammes, équivalant à 80 francs de notre monnaie.

Les passages de mon livre que j'ai cités prouvent que le fait, accompli sur les rives du *Sacramento*, n'avait rien d'imprévu pour moi : l'on ne devrait pas s'étonner davantage de sa reproduction sur bon nombre de points du vaste espace compris entre les douze degrés de latitude qui séparent le *rio Sacramento* de Guadalupe y Calvo. Sur tout cet espace, des lavages pratiqués en petit, en suivant les cours d'eau, ont démontré la présence constante de l'or. A mesure que la population des Etats-Unis animera ces déserts, on peut s'attendre à voir une poussière d'or se soulever sous ses pas. La découverte d'un attérissement sera suivie d'une autre, et rien ne prouve que les découvertes à venir n'éclipseront pas bientôt celle qui émeut le monde en ce moment.

En se plaçant à un point de vue plus élevé, rien n'empêche de supposer que l'intérieur de l'Afrique, si peu connue, et dont les rivières roulent de l'or, renferme, comme l'Asie Boréale, des attérissements métalliques considérables. A St-Domingue, à Bornéo au pied des monts Ratoos, dans toutes les grandes îles qui percent le niveau de l'Océan, on a trouvé de l'or, et personne n'oserait affirmer que le vaste continent de l'Australasie, à peine exploré, n'a pas aussi sa part de richesses métalliques encore ignorées. A mesure que les parties du globe encore inhabitées seront mieux connues, quelles que soient la ténuité, la division des molécules d'or, à la longue, ces atômes réunis par la main des hommes formeront un tout bien plus considérable. Les exploitations de Sibérie et de Californie semblent désigner notre siècle comme le commencement d'une ère nouvelle, pour la concentration du plus beau des métaux.

Les gisements de l'argent ont bien une origine analogue avec les gisements de l'or; mais ils présentent beaucoup de caractères différents. D'abord, ce n'est point vers le jour que l'argent se montre en grande abondance; c'est dans une région située entre 100 et 350 mètres au-dessous de la surface du sol, qu'on rencontre la zône la plus riche, dans les veines argentifères sillonnant le grand soulève-

ment qui traverse l'Amérique espagnole ; ensuite, l'argent ne se présente point comme l'or à l'état métallique : le plus souvent, il est combiné avec le soufre, l'antimoine, l'arsenic, dans les parties les plus profondes des filons, tandis que près du jour le chlore et le brôme remplacent ces substances. On trouve bien quelquefois, surtout au milieu de ces dernières combinaisons, des masses considérables d'argent natif; mais ce n'est que l'exception d'une règle plus générale. C'est surtout au Chili, et dans les mines du nord de la Sonora, que l'argent natif se présente en plus grande abondance, et il est assez remarquable que cette analogie se produise aux deux extrémités de cette longue suite de gîtes argentifères.

De la profondeur à laquelle il faut extraire les minerais d'argent, de l'état minéralogique de ce métal, il résulte des dépenses bien plus grandes que pour l'exploitation de l'or. La pesanteur de ce dernier métal, son isolement de substances étrangère, son mélange avec des débris de roches presque pulvérisées par la nature, et répandues sur une même épaisseur, sont autant de circonstances qui favorisent sa séparation. Pour l'argent, il faut lutter d'abord contre la dureté des roches et la présence certaine des eaux, à mesure qu'on avance en profondeur. Lorsqu'il a été transporté à la sur-

face du sol, le minerai argentifère a besoin d'être traité métallurgiquement par la voie sèche ou par la voie humide. Dans le premier moyen, un mélange de plomb réunit les molécules d'argent qui nagent au milieu de la masse pierreuse en fusion, et la coupellation sépare ensuite ces deux métaux ; dans le second moyen, les combinaisons minéralogiques de l'argent sont soumises à des réactions chimiques, qui substituent le chlore au soufre, à l'antimoine, à l'arsenic ; dissout dans l'eau salée à mesure qu'il se forme, le chlorure d'argent est aussitôt réduit par du mercure, qui s'amalgame avec l'argent dès qu'il paraît à l'état métallique ; la distillation suffit ensuite pour séparer les deux métaux.

La voie sèche est un moyen coûteux, souvent impraticable dans des contrées où les dépôts de combustibles minéraux sont, jusqu'à présent, à peu près inconnus, et où la végétation arborescente est souvent rare. C'était par la voie sèche que procédaient les Mexicains avant Fernand Cortez ; c'est par elle que l'argent était extrait, dans les premières années qui suivirent la conquête du Mexique et du Pérou. La découverte du procédé d'amalgamation, faite, il y a près de trois siècles, augmenta subitement la quantité d'argent circulant dans le monde. C'est encore aujourd'hui le traite-

ment métallurgique le plus usité, parce qu'il s'accorde mieux avec les circonstances locales, et avec la nature des minérais américains, bien plus remarquables par leur abondance, que par la proportion d'argent qu'ils renferment.

Les changements qui peuvent survenir dans l'art des mines, et dans l'industrie métallurgique de l'Amérique espagnole, dépendent de causes très-variées, que je ne saurais examiner ici ; j'ai fait cet examen fort longuement, dans mon ouvrage *sur les mines du Mexique* en particulier; mais ces considérations sont, en général, également applicables à tous les gisements américains, véritable réservoir de l'argent, à la portée des moyens humains : je le crois si peu épuisé, que je répéterai ici la conclusion de mes réflexions sur ce sujet :

« Un temps viendra, un siècle plus tôt, un « siècle plus tard, où la production de l'argent « n'aura d'autres limites que celles qui lui seront « imposées par la baisse toujours croissante de sa « valeur. »

Depuis six ans, des faits politiques ont rapproché de nous ce moment, et l'envahissement déjà exécuté d'une partie du territoire mexicain par les Etats-Unis, annonce une occupation complète peu éloignée. Après avoir déclaré la guerre à la République mexicaine, sous des prétextes dont la justice

est fort contestable, les Américains du Nord essayèrent la résistance du Mexique, dans quelques engagements militaires vers les limites septentrionales de ce vaste état. Par le peu d'énergie déployée aux extrémités, ils jugèrent ce qu'il pouvait y avoir de force au centre, et résolurent de frapper la nation à la tête, en s'emparant de la capitale: après l'avoir occupée, ils étaient assez forts pour soumettre le reste du pays; mais, contenant leur désir d'agrandissement, ils se sont contentés, pour cette fois, d'un traité qui leur abandonne une large part de la nation vaincue. Cette modération est nécessaire pour ne point épuiser, en la portant rapidement à de trop grandes distances, la force gouvernementale de l'Union américaine, qui part de la Nouvelle-Angleterre, véritable cœur de ce colosse social et politique: son ambition se réveillera bientôt, et la race saxonne absorbera les riches contrées où les descendants des Espagnols semblent avoir oublié la principale vertu de leurs ancêtres, la résistance contre les invasions de leur pays.

A mesure qu'il s'accomplira dans les pays les plus riches en métaux précieux, ce changement excitera leur production. Pour l'or, cet effet s'observe déjà en Californie; il en sera de même pour l'argent, au premier mouvement qui rapprochera la puissance de l'Union américaine des grands dis-

tricts de mines : sur son chemin , elle découvrira des filons d'argent en Sonora, comme elle a découvert de l'or en Californie.

La progression ascendante des exploitations de l'Asie boréale , les produits nouveaux de la Californie, les changements politiques déjà commencés dans l'Amérique espagnole, doivent augmenter rapidement la production de l'or et de l'argent , en diminuant leur valeur échangeable. L'intensité de cette dépréciation ne saurait se déterminer ; chacun peut l'entrevoir suivant le plus ou moins d'amplitude de son imagination ; seulement , pour aider à concevoir la rapidité dont cette dépréciation est susceptible, je ferai deux réflexions : pour l'argent, je rappellerai qu'à Zacatecas, il a été extrait trois milliards d'argent dans un rayon de cinq kilomètres autour de cette ville , et que le seul mamelon du Potosi a donné une valeur de quatre milliards ; pour l'or, je dirai que, pour former un mètre cube d'or, il ne faut pas réunir un nombre incommensurable de ces molécules, élevées par les forces plutoniques et concentrées sur la surface du globe par les forces diluviennes, et qu'encore aujourd'hui un seul mètre cube d'or vaut 65 millions.

TROISIÈME PARTIE.

La dépréciation toujours croissante de l'or et de l'argent, depuis la découverte de l'Amérique, l'inertie des métaux précieux accumulés pour garantie d'une partie des billets de banque, sans assurer la spontanéité de leur remboursement, étant des motifs puissants pour engager la France à choisir un autre gage pour sa monnaie de papier, et à augmenter la proportion que gardent les billets avec les monnaies métalliques, nous examinerons maintenant le moyen-pratique et la progression qui semblent le mieux convenir pour cette modification, et enfin le meilleur emploi du bénéfice qui peut en résulter.

Utiliser le sol comme agent de crédit, n'est point une combinaison nouvelle : ce procédé a été tenté sur divers points de l'Europe, avec des résultats différents. En France, nous avons eu les assignats, de funeste mémoire, et sur lesquels je reviendrai plus tard. On a essayé, en Ecosse, d'employer la terre comme garantie pure et simple des billets d'une banque particulière. En Allemagne, on a vu, par une action plus complexe, le sol emprunter les sommes nécessaires à son exploitation, et les titres de ces emprunts aider les transactions com-

merciales, sans avoir le caractère complet des monnaies de papier. Cette assimilation plus entière est l'innovation qu'il faudrait joindre, en France, à l'expérience acquise dans d'autres pays, depuis trois quarts de siècle.

En Ecosse, quelques propriétaires fonciers essayèrent de créer une banque, en hypothéquant pour sûreté des billets de grandes propriétés rurales: ils crurent qu'au moyen de ce gage les billets resteraient longtemps dans la circulation avant de se présenter au remboursement, et que, dès-lors, l'intérêt des valeurs exprimées par ces billets fournirait un bénéfice considérable. Il n'en fut point ainsi : presqu'aussitôt après leur émission, les billets se présentaient au remboursement, et il fallait continuellement se procurer des espèces pour effectuer ces payements. L'opération montée sur une petite échelle ne put se soutenir, et les économistes modernes ont souvent cité cet exemple, pour prouver l'impossibilité de conduire avantageusement toute banque, dont les billets seraient représentés autrement que par des métaux précieux, ou des engagements à courte échéance.

Avec l'obligation du remboursement spontané, ce principe est juste ; il cesse de l'être dès qu'on s'écarte de cette condition, dont nous avons suffisamment révélé le caractère trompeur. Avec une

modification dans l'époque du remboursement, ce système de banque a reçu, sur divers points de l'Allemagne, une application à la fois durable et utile.

Après la guerre de sept ans, la Silésie conquise par Frédéric-le-Grand, était tombée dans un état misérable, par suite du manque de capitaux. Le peu d'espèces restées dans ce pays ne sortait des mains des usuriers, pour secourir les propriétaires fonciers, qu'à des conditions ruineuses, malgré l'hypothèque de la terre donnée pour gage de ces emprunts. Un ministre habile, aidé par l'énergie de son souverain, trouva un prompt remède à ces maux. A sa demande, en 1770, un certain nombre de propriétaires fut réuni, pour se rendre mutuellement solidaires de leurs engagements : ils obtinrent alors des prêts d'argent à des conditions peu onéreuses, parce que ces sommes étaient aussitôt confiées à des propriétaires nécessiteux qui engageaient leurs terres, sur la valeur desquelles on n'avançait que moitié, après que cette valeur et l'absence de toute hypothèque avaient été constatées par des experts.

Pour faciliter les fonctions de l'établissement, le roi de Prusse prêta d'abord une somme d'un peu plus d'un million de francs, au taux de 2 p °/₀. Dans le principe, on recevait à 5 p °/₀ l'argent des

particuliers ; bientôt la société en eut à 4 p °/₀ plus qu'elle n'en pouvait employer, parce que ce mode de placement ne tarda pas à paraître le plus sûr aux capitalistes les plus timorés. Ceux qui déposaient leurs fonds à la banque, recevaient en échange des obligations, portant le nom du bien hypothéqué. Tous les six mois, on payait l'intérêt de ces obligations : le chiffre qu'elles portaient, variait depuis 100 jusqu'à 1000 écus de Prusse; et, sans avoir cours forcé, elles circulaient comme monnaie métallique ; le nom seul était différent : on les appelait *monnaie de cuir*, à cause du parchemin sur lequel on les inscrivait. La banque s'engageait à les rembourser en espèces, non pas à présentation, mais six mois après en avoir dénoncé le remboursement. On voit que cette condition ne pouvait être exécutable en toute circonstance, parce que des créances hypothécaires sont rarement réalisables dans un terme aussi court, et que leur liquidation, même après un long terme, est souvent si difficile, que l'expropriation, avec ses lenteurs et ses frais, devient parfois le seul moyen de l'obtenir.

Depuis 1827, cet inconvénient a été évité dans le Wurtemberg, où le régime hypothécaire est fort simplifié : en ajoutant à un intérêt modique de 3 p °/₀ un amortissement annuel de 1 1/2 p °/₀, la

créance hypothécaire s'éteint d'elle-même en 50 ans, par l'accumulation des intérêts de cet amortissement.

En Silésie et dans le Wurtemberg, on voit que ces associations cherchent des espèces, pour les prêter sur hypothèque aux propriétaires du sol; en Gallicie, l'opération s'est encore simplifiée. La société, qui s'est formée en 1843, dans cette province autrichienne, ne cherche point de l'argent pour secourir les propriétaires nécessiteux; elle leur délivre simplement des titres, qui varient depuis 100 jusqu'à 10,000 florins d'Autriche, portant intérêt à 4 p °/₀ l'an. Ces titres, appelés *lettres de gage*, établissent qu'une hypothèque incontestable a été prise au profit de l'association, pour le chiffre exprimé, et qu'elle en payera chaque six mois l'intérêt.

L'amortissement annuel est fixé à 1 p °/₀ : avec les fonds qu'il fournit, on opère le remboursement d'une partie de ces lettres de gages, désignées par le sort ou par la volonté de l'association. L'expropriation n'a lieu que lorsque le propriétaire ne satisfait pas aux conditions d'intérêt et d'amortissement. Avec le secours d'une mise de fonds de 400,000 florins (environ un million de notre monnaie) qui ont été avancés par les états de Gallicie, cette machine de crédit a fonctionné avec un grand succès.

Les lettres de gage sont cédées sans aucune perte par les emprunteurs qui les ont reçues : la sûreté du placement, la régularité du service des intérêts font rechercher ces créances par les capitalistes : la confiance qu'elles inspirent, au milieu des agitations politiques de l'Allemagne, est telle, qu'on les place au pair, quand les engagements du Gouvernement autrichien éprouvent une dépréciation égale au quart de leur valeur primitive. C'est avec un progrès de plus, qu'il conviendrait d'utiliser en France cette institution : elle devrait avoir d'autres dimensions, et fonctionner sous la surveillance immédiate et avec la garantie de l'Etat. Au lieu de lettres de gage, il faudrait délivrer des billets de banque aux possesseurs de biens ruraux, qui hypothèqueraient leurs terres.

C'est le cas de parler de la situation toute particulière qui a été faite, en France, au propriétaire foncier qui a besoin de faire un emprunt. S'il est négociant, industriel, il trouve des capitaux en payant un intérêt de 3, de 4, au plus de 5 p °/₀ par an, suivant ce qu'on estime la responsabilité de sa seule signature ; si cette même personne veut se procurer quelque somme, en hypothéquant son bien, cet emprunt lui coûte au moins 6 p °/₀ par an. Le premier prêt, il faut le dire, s'effectue généralement pour une durée bien moins longue que

le second; mais, pour la plupart des capitalistes, cette première condition est plutôt un inconvénient qu'un avantage. S'il est utile pour quelques-uns d'avoir, à chaque instant, des capitaux disponibles, pour beaucoup c'est un grand embarras, et la majorité préfère, sans aucun doute, un placement plus long, pourvu qu'il soit bien assuré. C'est donc dans les difficultés dont se trouve hérissé tout placement hypothécaire en France, c'est dans les frais qu'il entraîne, c'est dans la chance des ennuis de l'expropriation trop souvent nécessaire, qu'il faut chercher les causes de cette différence du taux de l'intérêt, entre les emprunts faits par un négociant sur sa simple signature, et les emprunts qu'il demande en ajoutant un nouveau gage impérissable pour surcroît de garantie.

L'appui que la loi française accorde aux mineurs et aux femmes, est la cause des entraves presque inextricables, qui enveloppent tout ce qui touche à notre législation hypothécaire. L'on croit depuis assez longtemps qu'en conservant ce qu'il y a de bien dans ce système, on pourrait en diminuer les inconvénients. Une réforme utile est praticable; telle a été au moins l'opinion de la majorité des tribunaux supérieurs, consultés par le gouvernement sur cette question. Cette amélioration se fera, sans doute, en modifiant la forme sans porter at-

teinte à l'esprit de nos lois ; mais on s'en approche si lentement, qu'à nos yeux, ce serait ajourner d'une manière trop indéfinie l'établissement d'une *banque territoriale* que de la renvoyer à la réforme hypothécaire. On ne saurait attendre cette réforme pour accorder à l'agriculture les capitaux supplémentaires, dont l'absence paralyse son développement. On ne saurait lui interdire plus longtemps de participer aux avantages des institutions de crédit, monopolisés, jusqu'à présent, au profit du commerce et de l'industrie manufacturière. Par le concours de son administration, le Gouvernement français peut améliorer cette situation déplorable, en intervenant dans les fonctions d'une institution plus perfectionnée que celle de Gallicie, plus en rapport avec notre territoire et notre population.

Toute prétention de présenter un projet complet pour l'application de ce système, est loin de moi ; une réunion d'agriculteurs, de fonctionnaires des diverses branches de l'administration des finances, de capitalistes familiarisés aux combinaisons financières d'un ordre élevé, peut seule tracer les bases d'un tel établissement ; je me bornerai à en esquisser l'image, afin de pouvoir discuter plus facilement la possibilité, les avantages, les inconvénients de l'exécution.

Supposons qu'une administration, dépendante du ministère de l'agriculture, soit autorisée à créer des billets de 25 à 1000 francs, et à ne les livrer à la circulation qu'en payements d'inscriptions hypothécaires sur des terres libres de tout autre engagement, et jusqu'à concurrence du cinquième de leur valeur seulement ;

Supposons que les notifications, nécessaires pour établir la purge des hypothèques de toute nature, occultes ou inscrites, soient faites par les fonctionnaires publics;

Supposons que ces prêts se fassent au taux de 4 p °/₀ par an, augmenté d'un amortissement de 2 p °/₀ qui, par le cumul de ses intérêts, éteint le capital principal en 28 ans ;

Supposons enfin que la perception de cette redevance de 6 p °/₀ l'an se fasse par les mêmes agents, avec les mêmes formalités, les mêmes conséquences, en cas de non-payement, que l'impôt foncier;

On aura par le fait prêté des capitaux à la propriété rurale à 4 p °/₀ au lieu de 6, qu'elle paye actuellement, puisque avec une redevance annuelle égale, elle sera affranchie de tout remboursement après 28 ans.

Sur toutes les sommes ainsi prêtées, et en dehors de l'amortissement, on aura créé un revenu brut de 4 p °/₀. Pour avoir le revenu net, il suffit de dé-

duire les frais de cette administration peu complexe, et ceux que pourraient motiver un surplus d'occupation, dans les branches du ministère de la justice et du ministère des finances, dont le secours serait nécessaire.

Si l'on opérait sur un milliard, deux pour cent, ou vingt millions par an, compenseraient ce surplus de dépense, et même les droits que le trésor cesserait de recevoir pour les actes qu'aurait motivés cette partie de la dette hypothécaire. Il resterait une somme disponible de vingt millions, à appliquer, chaque année, utilement, en la consacrant à des fermes modèles, à des écoles théoriques ou pratiques, ou tout autre moyen de perfectionner notre agriculture.

En ajoutant à ces vingt millions une somme égale représentée par l'amortissement réalisé sans augmenter le taux au-dessous duquel on ne peut emprunter aujourd'hui sur hypothèque, on voit que cette combinaison, exécutée sur l'échelle d'un milliard, introduirait, chaque année, un secours direct ou indirect de quarante millions, au profit de notre industrie agricole. Comparée au capital général de la propriété rurale, évaluée approximativement à 50 milliards, la somme d'un milliard paraît faible, sans doute, mais l'agriculture n'est pas habituée à être traitée avec prodigalité. Ce

milliard, d'après les évaluations de M. Thiers, ne serait que le quart ou au plus le cinquième des prêts sur hypothèques qui grèvent actuellement le sol de la France; mais on se tromperait fort, si l'on supposait que la réduction d'intérêt, que nous avons signalée, ne se ferait sentir que sur cette fraction de la dette hypothécaire; il est presque certain que la combinaison proposée influerait sur la majeure partie, si ce n'est sur la totalité des sommes prêtées sur hypothèques.

Lorsque la banque de France fixe le taux de son escompte à 4 p. °/₀, elle ne prend qu'une partie des effets du commerce, cependant, pour ce qu'elle ne prend pas, les prêteurs particuliers sont forcés de rapprocher le taux d'intérêt qu'ils exigent, de celui fixé par la banque. Pendant treize ans qu'a duré la banque de Lyon, jamais le taux de son escompte n'a varié : il a toujours été de 3 p. °/₀, et ce modique intérêt servant d'étalon pour la valeur du capital prêté dans notre cité, a contribué puissamment à soutenir son industrie manufacturière, quoique les sommes avancées par la banque fussent dans une proportion secondaire par rapport à la somme de capitaux nécessaires à cette industrie; de même, en réduisant le taux de l'intérêt sur le quart des créances hypothécaires, on agirait sur le taux d'intérêt de leur totalité.

Les détails, peut-être trop longs, dans lesquels j'ai cru nécessaire d'entrer, sur les banques, sur le numéraire circulant dans le monde en général, et en France en particulier, nous serviront ici : en se rappelant ces détails, on sera convaincu qu'en opérant sur un milliard, il ne s'agira que de la quatrième partie du numéraire de notre pays. En ajoutant à ce milliard les 450 millions, maximum imposé à l'émission des billets de la banque, la France aurait environ quinze cents millions de monnaie de papier, pour quatre milliards de monnaie métallique, tandis que, en Angleterre, ces deux espèces de signes des valeurs sont dans une proportion bien différente ; car l'on évalue que les billets des banques d'Angleterre, d'Ecosse et d'Irlande égalent, ou plutôt dépassent la somme des espèces métalliques circulant dans les trois royaumes. Je ne parlerai pas des Etats-Unis, parce que les monnaies d'or et d'argent n'y sont presque employées que dans le commerce extérieur.

L'émission immédiate d'un milliard de billets, causerait inévitablement sa dépréciation : je crois qu'on l'éviterait complétement, en divisant cette émission en cinq années, et en prenant quelques dispositions favorables à un plus grand usage des billets : ce serait la création d'une succursale de

la banque territoriale dans chaque chef-lieu de département, et l'émission en quantité considérable des coupures de 25 et 50 francs. La facilité de remettre par la poste des billets de banque pour les paiements d'une ville dans une autre, augmenterait prodigieusement l'emploi des billets, et l'émission de petites coupures agit encore plus énergiquement dans le même sens : dans les banques d'Ecosse, où les coupures d'une livre sterling, environ 25 francs, sont admises depuis longtemps, on a remarqué que la durée de la circulation d'un billet était en raison inverse du chiffre qu'il exprimait.

Avec ces précautions, l'on a tout lieu de penser que cette progression annuelle de 200 millions, dans l'accroissement de la monnaie de papier, ne serait suivie d'aucun inconvénient ; quelques remarques justifieront cette supposition. L'examen des états de situation fournis chaque semaine par la banque de France, nous montre que la circulation de ses billets s'élevait à 373 millions le 3 août 1848 , et qu'elle atteint 428 millions le 2 février 1849. C'est une augmentation de 55 millions en six mois, et qui serait encore plus considérable, si la banque ne la contrariait pas depuis quelque temps. Au milieu de circonstances pénibles pour toutes les industries, au moment où

les effets commerciaux du portefeuille de la banque sont réduits à 150 millions, cette augmentation ne peut s'expliquer que par l'émission encore bien restreinte des petites coupures, et par la facilité résultant de la réunion des banques, qui permet depuis peu d'employer les billets au lieu d'effets commerciaux, à toutes les opérations de change qui s'exécutent sans cesse entre les diverses places, encore peu nombreuses, où la banque de France a des succursales.

Au sujet de la progression que suit la circulation des billets, à mesure qu'on s'habitue à leur emploi, on peut citer près de nous un exemple concluant. Les fondateurs de la banque établie à Lyon, il y a environ treize ans, croyaient à peine réussir à faire admettre un chiffre de billets égal à son modeste capital de deux millions. Cette prévision était basée sur les idées de la population lyonnaise, en général peu disposée aux changements de quelle nature qu'ils soient; mais la suite a prouvé que les inventions utiles ne tardent pas à franchir les obstacles présentés par les préjugés les plus populaires. L'utilité générale de cet établissement se manifestait à tel point, que les négociants les moins novateurs ne concevaient pas comment ils avaient pu se passer de son secours si longtemps; enfin, au commencement de 1848,

la banque de Lyon avait en circulation 22 millions de ses billets, quoiqu'on les vit bien rarement franchir les barrières de la ville.

On pourrait supposer qu'en créant en France, progressivement, une quantité modérée de billets de banque, signes d'une valeur hypothécaire bien constatée, ils circuleraient sans rencontrer la dépréciation, comme les lettres de gage de Gallicie, qui se négocient sans perte, mais il est bien douteux que l'on obtint en France, spontanément et volontairement, un résultat aussi rationnel ; pour trouver la cause de ce doute, il faut remonter aux accidents funestes qui, pendant la Révolution française, ont accompagné l'émission d'une monnaie de papier, paraissant, elle aussi, avoir un gage certain dans une partie de notre territoire.

L'histoire des assignats est trop connue, pour avoir besoin de la tracer ici ; quelques mots sur leurs qualités suffiront pour démontrer clairement que la similitude, que l'on prétend établir entr'eux et les billets d'une banque hypothécaire, n'existe que très-superficiellement. A la tribune, l'on a même dit que cette comparaison était une calomnie contre les assignats ; j'avoue que je pense précisément le contraire.

Dans le principe, il faut en convenir, la valeur vénale des biens du clergé, auxquels se joignirent

bientôt les biens des émigrés, représentait largement la valeur exprimée par les assignats ; ils étaient alors des quittances données par anticipation sur la vente d'une fraction des biens nationaux. Bientôt les ressources que le gouvernement trouvait dans ces billets, fit exagérer leur nombre, autant dans le rapport de la valeur du gage, que dans le rapport des besoins de la circulation. En moins de six années, de 1790 à 1795, on émit plus de quarante milliards d'assignats, destinés à payer des biens qui ne représentaient qu'une faible fraction de cette somme, égale à vingt fois le numéraire circulant en France à cette époque.

Outre ces deux causes matérielles de dépréciation dans tous les temps, on en trouve aisément une troisième: les biens nationaux, considérés comme propriétés de l'état, avaient une origine d'une justice plus ou moins contestable. Si pour quelques hommes d'état la possession de ces biens se trouvait légitimée par l'exercice des droits de la nation, c'était aux yeux d'une partie considérable du peuple français une véritable spoliation, dépendant, pour sa durée, de l'existence du gouvernement qui l'avait dictée, et dont la vie devenait chaque jour moins assurée, au milieu des attaques des partis et des na-

tions étrangères. Le gage de la valeur des assignats n'avait dès-lors aucun caractère de solidité; lors même que leur quantité n'eut pas dépassé toute limite raisonnable, ils étaient étroitement liés à l'existence menacée du système politique de cette époque.

Les billets d'une banque territoriale hypothécaire, étant l'expression d'un contrat librement consenti, à l'exécution duquel on affecte une partie du sol, dont le droit de propriété est incontestable, on ne saurait raisonnablement confondre ces billets avec les assignats, basés sur la valeur d'une propriété acquise par l'intimidation ou la violence. Malheureusement cette tendance à assimiler deux objets différents, pour n'être pas rationnelle, n'en existe pas moins : c'est un préjugé populaire fort répandu, qu'on combat sans grand succès par le raisonnement, qu'on ne vaincra que par l'expérience. Pour tenter cette expérience, il faut, non pas décréter spontanément, mais continuer le cours forcé. C'est une mesure dont on s'effrayait assez à tort il y a un an, dont l'on ne doit plus s'effrayer aujourd'hui, après qu'on a pu en bien connaître les conséquences. En mesurant l'émission des nouveaux billets, sur les besoins de la circulation, en les contenant chaque année dans les limites d'une proportion égale au ving-

tième des espèces actuelles de la France, le danger de la dépréciation est si peu considérable, qu'on ne saurait s'exposer beaucoup en pratiquant un essai de 200 millions pour une première année, sauf à procéder plus lentement, à s'arrêter même tout-à-fait, si ces prévisions si probables ne se réalisaient pas.

Au surplus, si l'expérience du cours forcé est presque achevée, celle de la substitution du sol aux métaux précieux a été commencée : la banque de France a été autorisée à déroger à ses statuts, pour prêter 150 millions au gouvernement, sur les forêts de l'état. Cet emprunt s'est déjà effectué en partie, quand il le sera en totalité, il y aura un tiers des billets de la banque de France qui auront pour garantie, non plus des métaux précieux, mais une propriété foncière, n'offrant nullement pour sa réalisation la spontanéité que les économistes ont présenté, jusqu'à présent, comme la qualité la plus indispensable au gage des billets de banque. C'est l'application de ce procédé, employé avec succès pour 150 millions, au profit du trésor public, que l'on devrait réclamer aujourd'hui pour un milliard, au profit des nécessités d'un nombre indéterminé d'agriculteurs français.

Si l'on trouve avantageux de ce servir de l'in-

termédiaire de la banque du France, pour délivrer la monnaie de papier, représentant le sol hypothéqué, cette combinaison paraît très-praticable. Dans ce cas, l'administration, dépendant du ministère de l'agriculture, et dont nous avons supposé la création, se bornerait à délivrer, comme en Gallicie, des lettres de gage dont elle toucherait les intérêts ; seulement, ces lettres de gage, au lieu de se négocier entre particuliers, seraient présentées à la banque de France, qui serait tenue d'en payer la valeur en billets. Une partie du bénéfice, résultant des intérêts, pourrait être abandonnée à la banque; je n'en discuterai pas l'importance : si elle était légère comme le degré d'utilité de cette intervention, il pourrait résulter de cet arrangement une économie dans les frais de gestion de la banque de France, comme dans ceux de la nouvelle institution : néanmoins, cette combinaison offrirait un inconvénient; ce serait l'assimilation de la monnaie de papier qui représenterait le sol, avec celle qui ne reposerait que sur des engagements commerciaux, dont la solidité est moins parfaite.

Parmi les objections élevées contre toute augmentation dans notre monnaie de papier, on a dit, que cette monnaie ne pouvant avoir cours hors de France, aussitôt que le commerce étranger au-

rait besoin d'être payé en argent, l'exportation d'une partie de nos espèces métalliques suffirait pour provoqver des crises commerciales. En se rappelant les chiffres que j'ai cités, et qui soldent le commerce de la France avec ses colonies et l'étranger, par un excès d'importation de métaux précieux de plus de deux milliards en vingt années, on trouvera la réponse à faire à ces objections dans les temps ordinaires, dans l'état normal de nos échanges avec les autres peuples ; j'entrerai dans quelques détails sur les circonstances exceptionnelles.

Les négociants qui trafiquent de l'argent, les banquiers, sont sans aucun doute des intermédiaires utiles, on doit dire indispensables, pour répartir, suivant les besoins, la somme des capitaux disponibles d'une nation, entre ses diverses industries ; mais il est certain que dans leur désir naturel d'augmenter le prix de l'assistance de ces capitaux disponibles, ils ne perdent aucune occasion d'en exagérer la rareté. Les évènements les plus divers servent de prétexte pour créer cette rareté, le plus souvent fictive, de ce fond de roulement général de toutes les industries agricoles, commerciales ou manufacturières de la France. L'on tire un parti surprenant d'une nouvelle politique ou commerciale, d'un phénomène météo-

rologique, d'un accident dans le cours habituel des saisons, comme si ces choses étaient elles-mêmes de véritables éléments de production. En 1847, les banquiers réussirent à tirer un parti, admirable pour leurs intérêts, de la mauvaise récolte des céréales pendant l'année précédente. Ce qu'on appelle en France une mauvaise récolte de grains, est la consommation habituelle de quinze jours, ou un vingt-quatrième des récoltes ordinaires, c'est une quantité variant entre quatre et cinq millions d'hectolitres, qu'il faut chercher à l'étranger, parce que, dans les années d'abondance, l'excès de notre production est aussitôt exporté ; enfin, c'est une valeur d'à peu près 100 millions, que, dans ces années calamiteuses, heureusement fort rares, il faut payer avec un surplus de nos produits manufacturés, ou avec des monnaies métalliques. En admettant, ce qui est bien loin de la vérité, que ces 100 millions fussent entièrement payés en argent, il ne sortirait qu'un quarantième du numéraire circulant en France: comment cette fraction peut-elle produire la gêne dans toutes les transactions ? Voici pourquoi: on parle d'abord de la nécessité d'exporter du numéraire métallique pour solder les blés, on en déduit aussitôt la rareté prochaine de l'argent. La banque de France, les banquiers particuliers, d'après son exemple

blâmable, s'empressent d'élever le taux de l'intérêt, et se montrent plus difficiles sur la sûreté des valeurs commerciales ou industrielles qu'on désire convertir en argent : cet état est ce qu'on appelle une crise commerciale ; celle de 1847 fut très-intense, et pourtant les états de l'administration des douanes, pour cette année, nous donnent la mesure exacte de la perturbation qu'a pu causer dans notre numéraire, l'importation des froments étrangers qui s'est élevée à 8,800,000 hectolitres.

Pendant l'année 1847, l'importation des métaux précieux a été de 159,344,185 francs, et leur exportation s'est élevée à 84,678,218 francs.

L'excès d'importation, pour cette année, a donc été de 74,665,368 francs, au lieu de 103,249,710, qui représentent la moyenne de cet excès dans les vingt années précédentes ; c'est un écart de 29 millions pour cette année calamiteuse, pendant laquelle la somme de nos métaux précieux, au lieu de diminuer, s'est encore accru de 75 millions. La cause de tout ce bouleversement financier se trouve réduite, par le fait, à une proportion si minime, qu'elle ne représente pas la centième partie des espèces circulant en France ! Après ces chiffres, on peut avancer que les causes des crises commerciales n'ont d'importance que celle qu'on réussit à leur prêter, et qu'une augmentation de notre

monnaie de papier, en ajoutant à la somme de nos capitaux disponibles, rendrait au contraire les crises commerciales plus rares, en diminuant l'importance de la sortie exceptionnelle des espèces, fantôme qu'on évoque toujours pour jeter l'épouvante dans nos populations.

Les adversaires de la banque territoriale hypothécaire ne se sont point contentés de présenter comme des inconvénients quelques-uns des avantages généraux de cette institution : ils ont avancé à la tribune de l'Assemblée nationale et ailleurs, que non seulement elle serait sans résultats pour les progrès de l'agriculture, mais qu'elle aurait même des conséquences fâcheuses pour la fortune des propriétaires-fonciers. La faculté de convertir en argent, avec plus de facilité, une partie de la propriété rurale, a été représentée comme un danger funeste pour la dilapidation de la fortune des grands propriétaires, comme pour l'inclination, déjà trop grande, des petits cultivateurs, à acquérir plus de terrain qu'ils n'en peuvent payer. A cela on peut répondre qu'il est impossible de prendre une mesure utile en général, sans qu'il soit possible d'en faire quelquefois et en particulier une mauvaise application. Cette sorte d'inconvénients porte avec elle une punition, qui est un enseignement plus efficace pour maintenir dans

la bonne voie, la partie moins éclairée d'une nation, que toutes les précautions que peut prendre son gouvernement pour la mener à la lisière. Cet excès de prévoyance paternelle de l'administration française a sans doute un but louable, mais poussé à l'excès, il entrave tellement toutes les applications des découvertes les plus utiles, que notre pays est toujours le dernier à en profiter : c'est ce qui s'est passé il y a trente ans pour la navigation à vapeur, c'est ce qui se passe de nos jours pour les chemins de fer, pour la télégraphie électrique. Ces inconvénients, presque inévitables sur une petite échelle, dans toutes les grandes innovations, disparaissent devant les avantages généraux de celle dont nous nous occupons : pour en connaître l'importance, il faut jeter un coup-d'œil sur la position nouvelle que la chimie vient de faire à l'économie rurale.

A mesure qu'on a pu déterminer avec plus d'exactitude et de facilité, les substances contenues dans les produits du règne végétal, qui servent à la nourriture de l'homme et des animaux, l'on a recherché l'origine de ces substances. L'analyse de l'air et des terrains, chaque jour plus perfectionnée, a indiqué les sources principales des éléments nécessaires à la vie des plantes alimentaires. Des études nouvelles, sur les phénomènes

de la vie animale, ont montré quelle part de ces éléments était consommée, quelle part était rejetée. On a pu dès-lors mieux évaluer l'utilité de ces résidus, pour favoriser une végétation nouvelle : il a été possible de diviser les substances que l'air peut fournir, de celles que la végétation ne peut emprunter qu'au sol. Les analyses de quelques espèces de terres ont prouvé qu'elles manquaient de substances particulières, en l'absence desquelles certaines plantes ne pouvaient se développer activement. Les fumiers, qui renferment ces éléments divers, par cela même qu'ils sont les résidus d'une végétation achevée et utilisée pour l'alimentation des animaux, n'ont plus été les seuls moyens de fertilisation. La connaissance plus approfondie de l'action des moyens employés pour fertiliser le sol, a permis d'appeler à l'aide de l'agriculture des auxiliaires puissants, dont l'emploi a étendu le rayon dans laquelle peut s'exercer à présent l'économie rurale.

Chez une nation voisine de la nôtre, ce n'est point seulement dans les limites d'une terre, ce n'est point dans le canton, dans la province où elle est située que se borne la recherche des moyens matériels d'augmenter sa fertilité; le monde entier est appelé à y contribuer. Dans les deux hémisphères, les

vaisseaux anglais visitent les îlots, sur lesquels les oiseaux des mers accumulent, depuis la création, des dépôts de phosphates ammoniacaux, si utiles à toutes les cultures : ces navires remontent les grands fleuves de l'Amérique du sud pour recueillir les cornes, les sabots des animaux qui ont vécu sur leurs bords; sur les côtes de la Baltique ils rassemblent des cargaisons d'ossements; on les voit aussi, après avoir déposé au Pérou les produits des manufactures britanniques, se remplir de nouveau en enlevant les couches de nitrate de soude que la nature a formées en abondance aux environs du port d'Iquique. Tous ces principes utiles à la végétation, élaborés rapidement dans un sol enveloppé d'une atmosphère toujours humide, donnent à l'agriculture anglaise des résultats qu'on croirait fabuleux.

Notre commerce maritime plus restreint ne nous permet pas de songer à de telles entreprises; cependant on voit, sur une moins grande échelle, la même marche conduire à des résultats semblables dans la culture du département du nord; là l'intérêt de la valeur du sol joint à la main-d'œuvre, ne forment pas à eux seuls le coût des récoltes; l'achat des amendements minéraux, les engrais de nature végétale ou animale entrent pour un chiffre élevé dans ce calcul : alors, l'exploitation d'une terre

ressemble presque à celle d'une usine. La surface du sol, l'air qui la recouvre représentent le matériel principal, les engrais, les amendements, la matière première, tandis que le travail des hommes et des animaux en est la main d'œuvre.

Il existe sur divers points de la France, surtout dans les départements du centre, de grandes étendues de terrains dont la composition minéralogique est telle, qu'il faut plusieurs années pour que sa décomposition lente fournisse les éléments d'une chétive récolte de céréales. En employant la chaux, la marne, les cendres des combustibles fossiles, on peut féconder certains sols, et y introduire les cultures de certaines plantes auxquelles ils refusaient de se prêter, au moins d'une manière profitable. En introduisant dans ces terres le principe calcaire qui y manque ou n'y existe que dans un état inerte pour la végétation, la culture du trèfle devient possible, et avec elle la répétition plus fréquente des récoltes de grains.

C'est l'intérêt d'un surcroît de capital flottant nécessaire à l'application plus générale de l'agriculture perfectionnée du département du nord, comme au défrichement plus primitif du centre de la France, qu'il faut établir sur un taux moins onéreux que par le passé. Commencées par les propriétaires aisés, ces améliorations seront vite imi-

tées par le petit cultivateur, si on lui fournit un moyen facile, peu onéreux d'en faire les débours immédiats, et d'en rembourser la valeur par un amortissement un peu prolongé. Employé dans ce but, le chiffre d'un milliard peut conduire à des résultats importants; seulement, pour qu'il arrive à cette destination, il faut qu'il soit divisé entre les départements non pas proportionnellement à leur population, mais à l'étendue des terres arables qu'ils renferment; en fixant une limite assez basse à la somme à prêter sur un hectare de terre, on forcerait les propriétaires à appliquer ces emprunts plutôt à des améliorations du sol, qu'à des spéculations d'achats et de ventes de terres, déjà arrivées à un point avancé de fertilisation, et sur la valeur desquelles le maximum de ces emprunts ne présenterait qu'une proportion très-insignifiante.

Ainsi dirigée, la banque territoriale hypothécaire éviterait en grande partie les inconvénients assez secondaires que ses adversaires ont signalés; la somme de ses avantages pourrait s'accroître si l'on appliquait au même usage les économies des classes laborieuses, origine des caisses d'épargnes. Pour l'emploi de ces fonds, l'on a suivi en France le système des banques d'Ecosse, dont l'importance vient moins de leur propre capital, que des dépôts confiés à ces établissements. Les banques d'Ecosse sont

soumises à l'obligation de payer leurs billets à présentation ; pour être en mesure de parer aux demandes de remboursements immédiats des billets et des dépôts, il faut tenir disponible une partie considérable de ces dépôts, dont la valeur s'élevait, en 1847, à plus de 750 millions de francs ; aussi ces banques escomptent peu d'effets de commerce et placent presque tous leurs capitaux en fonds publics. Le peu d'intérêt qu'elles retirent de ce placement leur permet à peine de payer chaque année deux pour cent à leurs déposants. Nous avons vu dernièrement à quels abus on avait été conduit en France, par l'emploi des capitaux des caisses d'épargne en rentes sur l'Etat. Une dépréciation subite des fonds publics a rendu leur réalisation ruineuse, et le remboursement des dépôts impossible. Dans des circonstances analogues, les banques d'Ecosse succomberaient également. Ne vaudrait-il pas mieux que les épargnes du pauvre fussent placées sur la terre, non pas avec l'obligation des remboursements spontanés, qui sont toujours une illusion, mais en signalant des paiements successifs qui seuls peuvent permettre l'emploi utile et prudent des capitaux.

D'autres combinaisons financières pourraient, comme les caisses d'épargnes, se lier à la création de la banque territoriale hypothécaire ; je n'entre-

prendrai point de les examiner, car ce sont surtout des questions d'application. J'ai cru nécessaire, il est vrai, d'entrer dans quelques détails sur les moyens d'exécution du projet que nous examinons pour faire mieux sentir combien il est praticable, mais les bornes comme la destination de ce mémoire m'engagent à rester, le plus possible, dans les considérations théoriques ; aussi arrêterai-je ici les recherches entreprises sur ce système de crédit, pour en présenter les conclusions :

« L'histoire des banques de dépôts et de circu-
« lation apprend que le gage métallique de leurs bil-
« lets, reçoit tôt ou tard une autre destination, et
« cause des catastrophes dans les institutions de
« crédit dont il est la base.

« Ce gage métallique, dans les banques de circu-
« lation, n'assure nullement la spontanéité du rem-
« boursement des billets ; inutile dans les temps or-
« dinaires, il est insuffisant alors qu'il serait le plus
« nécessaire.

« Si l'on renonce à cette illusion, c'est le sol qui
« présente le plus d'avantages comme garantie des
« billets. Au premier rang de ces avantages on doit
« placer la valeur croissante du sol, comparée à la dé-
« préciation progressive des métaux précieux.

« Le numéraire métallique circulant, en France,
« étant sensiblement égal à quatre milliards, et la

« totalité de la monnaie de papier n'arrivant pas à « 500 millions, cette proportion des billets à peine « égale au huitième des monnaies métalliques peut « être considérablement augmentée.

« La création d'une banque territoriale hypo- « thécaire présente à la fois plus de sécurité pour « cette augmentation de billets, et le meilleur em- « ploi du bénéfice qui en peut résulter; seulement, « pour contribuer puissamment au progrès de l'agri- « culture française, les prêts devront être divisés en « proportion de la surface du sol, plutôt qu'en pro- « portion de sa valeur. »

Après ces conclusions, il reste encore à fixer l'époque à laquelle cette mesure salutaire pourrait être mise à exécution : recommandable sans délai au milieu d'une période de repos politique, doit-elle se réaliser de suite ? Je ne saurais répondre à cette question. A peine remise d'une secousse terrible qui paralyse ses facultés, la France doit peut-être attendre encore pour pratiquer, sur une grande échelle, diverses combinaisons financières, sans le secours desquelles il lui serait impossible de marcher parallèlement avec les autres nations qui les ont déjà adoptées; néanmoins, il y aurait un péril imminent dans tout ajournement prolongé. Quelques personnes identifiées avec le pouvoir combattent, il est vrai, l'établissement d'une banque hy-

pothécaire, mais ce n'est pas qu'aux yeux de ces hommes supérieurs, cette institution ne soit utile et praticable : le but véritable de leur opposition est de conserver intacte une ressource puissante, dont ils pensent pouvoir user un jour ou l'autre au profit de l'administration. Rien n'est plus manifeste que la tendance instinctive de la population française à admettre en plus grande proportion la monnaie de papier, comme signe des valeurs; à mesure que nos souvenirs la repoussent en théorie, elle gagne chaque jour du terrain dans le fait : nos hommes d'État condamnent cette innovation lorsqu'on veut l'accomplir au profit de l'agriculture, qui seule peut fournir une garantie impérissable, mais une émission plus considérable de billets aurait bientôt leurs sympathies si, comme en Angleterre, on acceptait pour garantie de nouveaux engagements d'un trésor déjà obéré. Là se trouve l'écueil de l'ajournement prolongé. D'autres motifs d'un ordre élevé engagent à peu temporiser; parmi les calculs statistiques, ceux qui sont le moins sujets aux erreurs, nous montrent que tous les trois ans notre population s'accroît d'un million d'individus : jusqu'à présent notre agriculture a fourni à ces nouveaux besoins, mais la surface de notre territoire n'est point élastique, sa fertilité seule peut s'étendre et nous avons vu quel était le moyen d'y parvenir.

En développant la fertilité du sol, nous rappellerons vers lui, nous conserverons au moins pour sa culture des bras que les manufactures n'auraient jamais dû attirer en si grand nombre.

Quelques évènements politiques, malheureusement trop répétés de nos jours, peuvent servir de prétexte à un nouvel empiétement de l'administration sur les éléments de la fortune publique. Les épargnes du pauvre ont été englouties dans le gouffre toujours béant de la dette publique; si l'on n'y prend garde, d'un moment à l'autre, l'accroissement de la monnaie de papier, monopolisé au profit du gouvernement, vanté par ceux-là même qui l'attaquent aujourd'hui, servira encore à payer des dépenses dissimulées par l'administration, et dont le chiffre aurait épouvanté le pouvoir législatif appelé à les sanctionner.

Sous l'impression de cette crainte, on ne tarderait pas à voir, chez d'autres peuples, des réunions nombreuses se former pour réclamer une innovation qui intéresse notre existence morale et politique, comme le bien-être matériel de la partie la plus nombreuse de la nation. Il faut espérer qu'en France, les comices agricoles, les conseils d'arrondissement, les Conseils généraux des départements s'uniront pour réclamer, dans un court délai, l'établissement d'une banque territoriale hypothécaire; moyen

énergique pour replacer dans leur position naturelle les forces productrices de la France, en élevant la fertilité de son sol, au niveau des besoins développés chaque jour par l'accroissement rapide de sa population.

MÉMOIRE

SUR

LES DUNES DU GOLFE DE GASCOGNE;

PAR

M. PIGEON.

—

Parmi les formations d'origine récente et contemporaines de l'homme, il n'en est pas qui, pour l'étendue, comme pour le relief, soient plus remarquables que les dunes.

Les vents dont l'action puissante renverse maintes fois des constructions solides, déplacent avec une grande facilité les matières légères et tenues, et, dans les déserts de l'Afrique, les tempêtes chassent devant elles de véritables vagues de sable, et ensevelissent tout ce qui se trouve sur leur passage. Sur le bord de la mer, lorsque la plage est formée de sables et qu'elle se prolonge sous l'eau suivant une faible pente, le même phénomène tend constam-

ment à se produire sous l'influence des vents du large.

Le rivage du golfe de Gascogne présente entre les embouchures de la Gironde et de l'Adour les conditions les plus favorables à cet égard. La plage est basse et couverte de sables assez gros pour que le vent ne les transporte pas à des distances indéfinies comme la poussière des routes ou la cendre des volcans, mais sur lesquels il a toutefois assez de prise pour les soulever dans l'air et leur faire remonter certaines pentes de plans inclinés. A la marée basse, cette plage se découvre sur de grandes étendues, le soleil et le vent la sèchent rapidement, et lorsque soufflent les vents d'ouest qui, dominent dans ces parages et sont souvent d'une grande violence, ils entraînent les sables qui trouvant sur le rivage une inclinaison plus forte ou tout autre obstacle, s'y déposent en amas irréguliers. Incessamment poussés par la même action, de nouveaux grains arrivent, qui gravissent les déclivités de ces amas et augmentent ainsi successivement leur hauteur et leur base.

Les sables que l'impulsion du vent a portés jusqu'au sommet du monticule, s'y trouvent dans une position d'équilibre instable, et ils tendent sans cesse à être précipités sur l'autre versant où ils se déposent en talus. La tendance est d'au-

tant plus forte que le sommet est plus élevé, et telle est la principale cause qui limite la hauteur.

C'est ainsi que se sont formées les dunes et lorsque les vents d'ouest soufflent avec force, l'on ne peut parcourir le littoral de la Gascogne, sans être à fréquentes reprises témoin de la production de ce phénomène.

Si les vents rapides n'affectaient pas une direction dominante, l'effet qu'un courant d'air aurait produit, tel autre de sens contraire viendrait le détruire ; et, sur le rivage de la Gascogne, par exemple, les vents d'est rejetteraient dans la mer les sables que les vents d'ouest auraient portés sur la plage. Mais les derniers sont les seuls qui soufflent avec violence dans ces parages. Ils y produisent les tempêtes et dominent pendant la mauvaise saison. De là vient la grande tendance des dunes à se former sur ce littoral, tandis que sur d'autres plages basses et sableuses, le phénomène n'a pas lieu ou ne se manifeste que sur une bien moindre échelle.

Le caractère principal du relief de dunes en voie de formation ou d'accroissement, c'est qu'elles présentent, du côté de la mer, des surfaces à pentes douces et légèrement concaves, tandis que les versants qui regardent la terre sont terminés par

des talus abruptes résultant de l'éboulement des sables.

La mobilité est encore un caractère essentiel ; et tant que la végétation n'y a pas fixé le sol, les dunes sont incessamment modifiées par l'action du vent. Ainsi, des ouragans font successivement écrouler leurs sommets et remonter les sables accumulés sur les pentes douces, de telle sorte que la colline s'avance en réalité tout entière. En même temps qu'elle abandonne son ancienne place, les sables rejetés par la mer viennent en ce lieu former une nouvelle dune, qu'une vallée longitudinale sépare de la précédente.

Ce sont donc, à vrai dire, de grandes vagues de sable qui se sont successivement avancées dans l'intérieur des terres.

Telle est l'impression dominante qui ressort de l'aspect d'une chaîne de dunes, et du haut d'un de leurs sommets, par un temps calme, l'on domine une sorte de mer dont les vagues gigantesques et en furie semblent s'être brusquement pétrifiées.

Le sol des dunes est loin d'être stérile et impropre à la végétation, et dans certaines parties de la chaîne, la monotonie du paysage est interrompue par de magnifiques forêts que la main de l'homme a fait surgir dans ces solitudes. C'est en outre un

paysage pour ainsi dire mobile, et partout où la végétation n'a pas fixé le sol, un violent ouragan change l'aspect des lieux, substituant les collines aux vallons, et remplaçant les protubérances par des dépressions.

Les dunes de Gascogne s'étendent au nord jusqu'à la pointe de Grave, qui s'avance en cap et resserre l'embouchure de la Gironde. Au sud la chaîne se prolonge jusqu'à la rive de l'Adour et même au-delà jusqu'aux falaises du Bearn. Le bassin d'Arcachon y constitue une vaste échancrure, et quelques coupures existent en outre dans le département des Landes, entre ce bassin et l'Adour, pour l'écoulement des eaux qui descendent de l'intérieur des terres.

Au nord et au sud de la Teste de Buch, la bande des dunes a de 4 à 6 kil. de largeur; en beaucoup d'autres points, elle est plus large; mais elle se rétrécit vers les extrémités, et près de Bayonne, comme à la pointe de Grave, cette dimension n'est plus que de 300 à 400 mètres.

A la plus grande largeur des dunes correspond en général leur plus grande hauteur; ainsi les points culminants se trouvent dans la zone située entre les étangs de Cazau et de Parentis, où la chaîne a maintes fois plus de 8 kil. de largeur.

La hauteur moyenne y est de 50 mètres au dessus du niveau de la mer ; mais certaines dunes dans la forêt de Biscarosse atteignent une élévation de 100 mètres.

La hauteur de la chaîne diminue en outre avec la largeur de l'espace qu'elle occupe, de telle sorte qu'elle n'est plus que de 10 à 15 mètres dans le voisinage des embouchures de la Gironde et de l'Adour.

L'interposition des dunes est un obstacle à l'écoulement direct des eaux qui descendent de l'intérieur des terres, et elle a donné lieu à la formation de nombreux marécages et d'étangs qui dégorgent dans la mer, soit par le bassin d'Arcachon, soit par de rares coupures pratiquées dans la chaîne. Plusieurs de ces étangs, à raison de l'étendue, de la profondeur et de la limpidité, mériteraient le nom de lacs.

Leurs masses d'eau sont du plus bel aspect, et elles sont dominées d'une manière très-pittoresque par les dunes, ici blanches et nues, plus loin chargées de masses sombres et noirâtres de pins élancés.

Elles offriront de grandes facilités pour l'établissement d'une belle voie navigable et pour l'irrigation d'une étendue considérable de terrain. De grands travaux de ce genre ont été déjà exé-

cutés au sud du bassin d'Arcachon, et ils contribueront à la régénération de cette intéressante contrée.

La masse des dunes est formée de sables quartzeux au milieu desquels l'on distingue des paillettes de mica et des particules ferrugineuses. Les grains de quartz sont blancs, cristallins, et tout-à-fait analogues à ceux qui constituent le sable des grandes landes. Ils sont, toutefois, plus fins, et l'action des vagues de la mer les a débarrassés de toute trace d'argile. Elle a de plus brisé les gros grains et sensiblement oblitéré les angles.

Ces sables se présentent avec la plus grande ténuité dans la partie culminante des dunes, et l'on remarque que leur grosseur est plus grande vers les extrémités de la chaîne latérale et sur le littoral même de la mer. Il arrive, en effet, que le vent ne peut entraîner à de grandes hauteurs que les grains tenus. De plus, les violentes rafales du nord-ouest et du sud-ouest qui se font fréquemment sentir dans ces parages tendent incessamment à entraîner les sables vers la partie centrale de la chaîne, et de là l'explication des proportions considérables suivant lesquelles elle s'y développe.

L'on a déjà signalé comme traits caractéristiques du relief des dunes, les pentes douces que présentent les versants tournés vers la mer, tandis que

du côté de la terre, les sables se sont disposés suivant des talus d'une beaucoup plus grande roideur.

Le mode de formation de ces collines rend immédiatement raison de cette configuration.

C'est, en effet, sur les versants à pente douce que s'élèvent les sables poussés par l'action du vent, et lorsqu'ils s'écroulent du haut des cimes, ils prennent naturellement les talus propres aux matières meubles de cette sorte.

Ce talus varie pour les sables ordinaires de 33° à 40°, et la fréquente rencontre de pareilles rampes rend la traversée des dunes très pénible. La fatigue et la difficulté du parcours s'accroissent, en outre, par suite de la mobilité du sol, et le pied pénètre maintes fois assez profondément pour que l'on ne puisse pratiquer une sorte d'escalier, seul moyen de franchir ces fortes inclinaisons.

Quelque prononcée que soit la déclivité, elle paraît de prime abord beaucoup plus forte qu'elle ne l'est en réalité. C'est une des illusions dont on doit le plus se garder quand on parcourt un pays accidenté, et les observateurs novices qui ne se servent pas d'instruments précis pour mesurer les pentes, sont exposés à commettre de singulières erreurs.

Les surfaces des dunes qui regardent la mer sont

en général légèrement concaves, et les tangentes forment, avec l'horizon, des angles de dimension variable, mais qui sont ordinairement compris entre 8 et 15 degrés. Quelques déclivités sont, toutefois, plus considérables, et l'on en rencontre qui dépassent 20 degrés.

Si, pendant un ouragan, les grains de sable étaient brusquement portés dans l'air, ils décriraient, sous la double influence de l'action du vent et de la pesanteur, des trajectoires d'autant plus longues et se rapprochant plus de l'horizontalité que la vitesse de l'air serait plus considérable et la densité du sable moindre. Sur un plan incliné, le mouvement n'est plus le même. Il faut répartir l'action du vent entre deux composantes, l'une normale, l'autre parallèle à la direction du plan. Cette dernière tend seule à entraîner les sables, et il est clair qu'elle est d'autant plus forte que la pente est plus faible. Elle n'a plus, en outre, à vaincre que la partie du poids qui correspond à la composante parallèle à l'inclinaison, composante d'autant plus faible que cette inclinaison est moindre. Une autre résistance se produit encore, il est vrai, due au frottement réciproque des grains de sable en mouvement, et elle est d'autant plus grande que le vent est plus fort.

Si les grains étaient bien sphériques et que la

surface du plan fût nette et polie, il n'y aurait qu'un frottement de roulement, et la résistance serait faible et à peu près négligeable. Mais ces deux conditions sont loin d'être remplies. Les grains ont des contours irréguliers, souvent même anguleux. La surface du plan composé de sables pareils est, en outre, irrégulière et raboteuse. De là résultent des frottements considérables et qui sont un grand obstacle pour la marche des grains.

Cherchons quelles seraient les conditions d'équilibre de ces différentes forces.

Nommons i l'inclinaison du versant de la dune qui regarde la mer,

P le poids d'un grain de sable,

S la surface de sa section moyenne,

α l'inclinaison que fait avec l'horizontale la direction du vent,

V la vitesse du vent,

n et φ des coefficients numériques applicables à l'action du vent et à la résistance opposée par le frottement.

L'action du vent sera donnée par l'expression

$n S \frac{1}{10} V^2$, et nous la désignerons par le terme F.

Décomposant les différentes forces en composantes parallèles et normales à la direction du plan incliné, l'on trouve que l'équilibre d'un grain de sable est donné par la formule

$$F \cos (\alpha + i) = P \sin i + \varphi \left\{ F \sin (\alpha + i) + P \cos i \right\}$$

Cette formule fait bien ressortir les différences de prise du vent sur les sables dont sont couverts les versants des dunes. On voit que l'action impulsive est d'autant plus forte que la pente est plus faible, et la densité des grains moindre. Le vent produira, en outre, d'autant moins d'effet qu'il sera plus plongeant, et il arrivera, pour certaines inclinaisons, qu'il sera impuissant à déplacer le sable.

Si le vent agit dans une direction horizontale, la formule précédente devient

$$F \cos i = P \sin i + \varphi (F \sin i + P \cos i)$$

laquelle se transforme dans la suivante :

$$\operatorname{tang} i = \frac{F - \varphi P}{P + \varphi F}$$

L'on voit que l'angle i sera d'autant plus grand que l'action du vent sera plus énergique ; car si l'effort F entre dans les deux termes de la fraction avec le signe $+$, il est au dénominateur affecté d'un coefficient numérique moindre que l'unité, et le produit s'y trouve joint à une quantité posi-

tive, tandis qu'au numérateur l'effort F est réuni avec une quantité négative.

Prenons comme exemple particulier l'action d'un vent horizontal, dont la vitesse serait de 12 mètres par seconde. D'après les résultats de nombreuses expériences faites par Borda (1), un pareil vent produit un effort de 19 kil. 50 par mètre carré de surface directement exposée au mouvement de l'air.

Prenons encore un grain de sable dont le diamètre moyen serait de 2 millimètres et qui aurait une section moyenne de 3,1415 millimètres carrés ; l'effort exercé par le vent serait sensiblement de 18 milligrammes, si la surface était plane; mais, à raison de la convexité qu'elle présente, nous réduirons cet effet de 1/3, et il sera approximativement de 12 milligrammes.

La densité du quartz étant de 2, 65 , le poids du grain serait encore de 11 milligrammes environ.

La détermination du coefficient de frottement se fera approximativement, d'après la considération du talus moyen suivant lequel se déposent les sables qui s'éboulent. Ainsi, pour une incli-

(1) Expériences sur la résistance des fluides, par Borda. — *Mémoires de l'Académie des Sciences*, 1763.

naison de 35°, le coefficient serait sensiblement de $\frac{70}{100}$

Nous poserons ainsi :

$$F = 12 \text{ millig.} \quad P = 11 \text{ millig.} \quad \varphi = 0{,}7$$

d'où l'on déduit tang $i = \frac{4{,}3}{19{,}4}$

laquelle tangente correspond à un angle de 12° 1/2.

Le vent que nous avons pris pour exemple souffle avec force, mais il en est de bien plus impétueux ; et, dans les orages, il n'est pas rare que la vitesse de l'air soit de 20 mètres par seconde. Dans un cas pareil et pour le grain de sable donné, l'on aurait $F = 33$ millig. 3,

et l'on trouverait que tang. $i = \frac{25{,}6}{34{,}5}$ correspond à un angle de 36° $\frac{1}{2}$.

Il paraît même que, dans certaines bourrasques et dans le cas de trombe, par exemple, le vent se précipiterait avec des vitesses de 40 mètres par seconde. Un pareil vent est assez fort pour renverser arbres, maisons, tout ce qui se rencontre sur son passage. L'effort qu'il exerce sur une surface d'un mètre carré directement exposé à son action, est de 216 kil. environ, et le grain de sable en question subirait de sa part une pression de 133 milligr.

Or, posant $F = 133$, il vient tang. $i = \frac{125{,}3}{104{,}1}$

laquelle tangente correspond à un angle de 50°.

L'on voit ainsi que certaines bourrasques seraient susceptibles de faire remonter le sable sur des plans inclinés dont la pente dépasserait 45°; mais ce sont là des phénomènes exceptionnels, de véritables météores d'une production tout-à-fait accidentelle, d'une durée fort courte, et qui n'auront qu'une influence passagère sur le relief des dunes. C'est l'influence des vents régnant qui modelera ce relief, et l'on a vu que, sous l'action d'un vent de force plus qu'ordinaire et qui parcourrait 12 mètres à la seconde, le grain de sable pris pour exemple ne pourrait pas remonter une pente de plus de 12°, 30'.

Sur les dunes se trouvent, il est vrai, des sables de moindre grosseur; mais si nous admettons que le diamètre moyen n'est que de 1 millimètre et la section moyenne de 0 millim. carrés, 785, comme l'on aura, dans ce cas,

$$F = 2 \text{ millig. } 6 \quad P = 1 \text{ millig. } 375$$

il viendra tang $i = \frac{1,64}{3,19} = \frac{51}{100}$

laquelle tangente correspond à un angle de 27°.

A des vents de 20 et 40 mètres de vitesse par seconde l'on trouverait de même comme inclinaisons correspondantes les angles de 44 et 53 degrés.

Nous ne mentionnerons que comme mémoire

les effets dûs à ces coups de vent dont l'action est rare et exceptionnelle ; mais nous remarquerons quelle grande influence a la grosseur des grains, puisque, sous l'action d'un vent de 12 mètres à la seconde, un grain de 1 millimètre de diamètre pourrait remonter une inclinaison de 27°, tandis que l'inclinaison maximum serait de 12° pour un grain de même nature et semblable, mais de diamètre double.

Cette mobilité des sables tenus et cette tendance à gravir telle inclinaison donnée, d'autant plus grandes qu'ils sont plus tenus, font que les sables les plus fins doivent se porter à la partie supérieure des dunes, et qu'ils s'y disposeront sous l'action du vent, suivant des inclinaisons de plus en plus fortes.

L'on a supposé, jusqu'ici, que le vent avait une direction horizontale ; mais il est maintes fois plongeant, et son action est, dans ce cas, d'autant moins efficace que le courant s'incline davantage à l'horizon.

Reprenons la formule générale

$$F\cos(\alpha+i) = P\sin i + \varphi\left\{F\sin(\alpha+i) + P\cos i\right\}$$

L'on en déduit

$$\text{tang } i = \frac{F(\cos\alpha - \varphi\sin\alpha) - \varphi P}{P + F(\sin\alpha + \varphi\cos\alpha)}$$

Pour simplifier les calculs, donnons à α la valeur extrême de 33°. L'on a, dans ce cas,

$$\text{Sin } \alpha = \frac{1}{2} \text{ et } \cos \alpha = 0{,}865$$

Si l'on suppose, en outre, que le vent agisse avec une vitesse de 20 mètres par seconde sur le grain de sable pris pour exemple, et dont le diamètre moyen serait de 2 millimètres, l'on a, comme précédemment,

$$F = 333 \text{ millig.} \quad P = 11 \text{ millig.} \quad \text{et } \varphi = 0{,}7$$

Il vient pour tang. i une valeur de $\frac{9{,}45}{48{,}29}$ laquelle correspond à un angle de 11 à 12°.

Voici donc qu'avec une pareille inclinaison du vent, nous trouvons que les plus impétueuses bourrasques ne pourraient faire remonter les grains de sable sur un talus dont l'inclinaison serait de plus de 12°. Si nous réduisons, en outre, la vitesse du vent à 12 mètres par seconde, vitesse déjà très-forte et bien supérieure à la moyenne, nous trouverons qu'un pareil vent ne pourrait déplacer le sable sur un plan horizontal.

La formule précédente donnera pour chaque vitesse du vent l'inclinaison maximum au-delà de laquelle il ne pourrait faire mouvoir le sable sur un sol de niveau. Cette valeur de α se déduirait de l'équation

$$F(\cos \alpha - \varphi \sin \alpha) - \varphi P = 0$$

L'on voit que α est d'autant plus faible que le poids des grains de sable est plus fort ; mais il existe une autre limite au-delà de laquelle les grains, quels que fussent leur poids et leur densité, ne pourraient se déplacer sur le plan horizontal, et elle est donnée par la relation

$$\cos \alpha - \varphi \sin \alpha = 0$$

L'inclinaison de 33° que l'on a donnée à la direction du vent est une supposition qui ne se réalisera que dans de rares circonstances, dans le cas de tourbillons par exemple ; mais il arrive fréquemment que le vent plonge avec des inclinaisons de 12 à 20°.

Admettons comme nouvel exemple que α soit égal à 1/6 d'un angle droit, soit 16° 2/3.

Il vient $\cos \alpha = 0{,}966$ et $\sin \alpha = 0{,}26$.

Appliquant ces données à la formule générale, l'on trouve que la valeur de i correspondante à des vitesses du vent de 12 et de 20 mètres par seconde, seraient de 4°,25' et de 23° 1/2, tandis que si le vent soufflait dans une direction horizontale, les mêmes valeurs seraient de 12° 1/2 et de 36° 1/2.

Il serait facile de multiplier les exemples ; mais ceux que l'on a cités suffisent pour rendre bien compte des circonstances de relief que présentent les versants des dunes du côté de la mer. Ainsi,

lorsque l'on observe un grand nombre de ces versants, l'on voit que la partie inférieure couverte de sables de 2 millimètres de diamètre en moyenne est disposée suivant des talus de 6 à 12°, tandis que la partie supérieure composée de sables plus fins, présente maintes fois des inclinaisons de 15°. Il arrive même que l'on rencontre des pentes plus fortes, mais elles ne sont qu'accidentelles, et ces cimes, composées de matières meubles et très-légères, s'écroulent bientôt sous l'action des orages.

Les diverses pentes se raccordent en général entr'elles par des courbes d'une concavité variable, mais peu prononcée.

L'on se rend encore bien compte du peu d'effet que produisent sur le relief de cette partie des dunes des vents très-impétueux, mais de direction plongeante, et l'on s'explique ainsi la faible déclivité des versants maritimes de certaines dunes, qui se forment brusquement sous l'influence d'un violent orage.

C'est surtout dans l'intérieur des dunes que se font sentir les vents plongeants et ils se précipitent du haut des cimes ou s'engouffrent, à travers les ouvertures laissées libres, avec une impétuosité extrême. Il arrive alors souvent qu'ils prennent en écharpe des talus dont l'inclinaison est tournée

dans le même sens que la leur. Rien ne résiste à cette action ; les cimes s'écroulent de toutes parts, et le sable soulevé en masse tourbillonne en tout sens. Surpris par cette bourrasque au milieu de cette solitude, le voyageur se trouve subitement enveloppé dans une atmosphère de sable; il reste immobile, ne sachant de quel côté diriger ses pas, craignant à chaque instant, s'il se trouve au pied d'une dune, qu'une avalanche ne fonde sur lui, et lorsque le calme revient, la scène qui l'entoure a tout-à-fait changé d'aspect.

De pareils orages sont l'un des épisodes les plus curieux d'une excursion dans les dunes. Ils donnent une idée des terribles tempêtes de sable qui, dans les déserts embrasés de l'Arabie, ensevelissent des caravanes entières, et qui ont même détruit de nombreuses armées.

La mobilité des dunes est un de leurs caractères essentiels, et elle les rend un fléau pour les populations voisines. Incessamment poussées vers l'intérieur des terres, elles ont recouvert une étendue de terrain considérable, arrêté les eaux pluviales qui se sont concentrées en étangs et marécages, et enseveli plusieurs villages dont les noms sont mentionnés dans des titres de moyen-âge.

Nous citerons comme exemple l'ancien village de Soulac, situé près de la pointe de Grave. Les

dunes l'envahirent au X^e^ siècle, et, continuant leur marche, elles se sont avancées jusqu'à 3,500 mètres au-delà dans l'intérieur des terres. En même temps, l'action des vagues corrodait incessamment cette partie du littoral, et l'église du village, curieux morceau d'architecture romane, a reparu dans ces derniers temps entre le rivage et la chaîne.

Dans son discours sur les révolutions du globe, Cuvier rapporte que plusieurs villages du département des Landes sont menacés de destruction par la marche des dunes. L'un d'eux, le village de Minuzan, a lutté pendant plusieurs années contre elles, et une vaste dune en forme de fer à cheval s'en approchait en quelque sorte à vue d'œil, et était sur le point d'envahir l'église, dont elle n'était pas séparée par plus de deux mètres de largeur. Des semis bien préparés l'ont rendue fixe, et elle est aujourd'hui recouverte d'une belle forêt de pins.

Cette intervention de la végétation est le seul obstacle efficace qui puisse être opposé au mouvement de la chaîne. M. Brémontier, ancien ingénieur en chef de la province de Guyenne, est le premier qui ait fait connaître de bons procédés de fixation (1), et les travaux qu'il a exécutés lui ont mérité le titre de bienfaiteur de la contrée.

(1) L'administration des Ponts et Chaussées exécute chaque année des

M. Brémontier porta, en outre, une attention toute spéciale sur ce phénomène de la mobilité des dunes, et il essaya de déterminer quels étaient le volume, l'âge et la vitesse de marche de la chaîne.

Il avait constaté que l'une des dunes de la Teste avait, en huit années, de 1787 à 1795, avancé de

travaux pour la continuation de ce travail de fixation, Mais les opérations ne marchent qu'avec lenteur, et il serait à désirer qu'une allocation plus forte fût consacrée à cette utile entreprise.

Les procédés de fixation ont été l'objet de plusieurs mémoires insérés dans les *Annales des Ponts et Chaussées*.

Au moyen de palissades, de piquets, ou simplement de branches de pins, l'on commence par mettre la dune à l'abri des sables que les vents pourraient entraîner sur sa surface, puis on l'ensemence en y traçant de petits sillons parallèles au littoral, dans lesquels on dépose des graines de pins, de genêts et de gourbets.

Après que le rateau a été promené sur ces sillons de manière à recouvrir les graines, il ne reste plus qu'à conserver au sol assez de fraîcheur et de repos pour que la germination puisse s'établir. On y parvient, soit comme le faisait Brémontier, en couvrant le semis de branches d'arbres posées à plat sur le sol les unes sur les autres et perpendiculairement au littoral, soit comme l'a proposé M. Goury, en plantant verticalement dans le sable et en quinconce, suivant deux lignes, l'une parallèle, l'autre perpendiculaire au littoral des aigrettes de petites touffes de bois mort.

Les rameaux et les aigrettes procurent de l'ombre aux jeunes plants et s'opposent aux mouvements du sable. Leur durée est assez longue pour que les graines de genêts et de gourbets sortent de terre, et que leurs pousses prennent une étendue qui leur permette de protéger la germination des graines de pin, plus lente que la leur.

180 mètres vers l'Est, ce qui donnait une marche moyenne et annuelle de 22 mètres 50 cent. Il concluait, en outre, d'un grand nombre d'observations, que la quantité de sable dont la chaîne s'accroissait pendant le même intervalle était de 5,120,000 mètres cubes.

Partant ensuite de ces données, que la chaîne avait en longueur 240,000 mètres, en largeur moyenne 5,000 mètres, et en hauteur moyenne 18 mètres, il concluait que le volume total des sables était de 21,600,000,000 mètres cubes.

L'âge des dunes ne serait plus dès-lors que le rapport de ce volume total au volume d'accroissement annuel, soit 4,218 ans.

Ici se présente une objection essentielle; c'est que l'on ne saurait concilier ce résultat avec le nombre indiqué comme représentant la marche de la dune vers l'intérieur des terres, et que M. Brémontier avait réduit à 20 mètres. Le produit des deux nombres, soit 84,360 mètres, devrait être, en effet, la largeur de l'espace occupé par la chaîne des dunes, tandis que la plus grande largeur n'excède pas 8,000 mètres.

La conclusion de M. Brémontier, d'après laquelle il ne faudrait à la chaîne laissée mobile que deux mille ans pour arriver jusqu'à Bordeaux, se trouve en même temps infirmée.

M. Laval, ingénieur en chef des ponts et chaussées, s'est livré à des recherches du même genre, et il en a consigné les résultats dans un intéressant mémoire inséré dans la deuxième série des *Annales des Ponts et Chaussées* (année 1847).

Afin d'arrêter la marche des sables incessamment rejetés par la mer, et pour en préserver les semis faits et à faire sur les plages de Contis et de Mimizan, il entreprit de créer le long du littoral une dune factice au moyen d'une palissade en madriers. L'effet fut bientôt produit, et de 1824 à 1832, il se forma une dune littorale, de 8,02 de hauteur, et dont la section transversale était de 175 mètres carrés.

Il suit que le volume des sables rejetés avait été par an, sur cette partie de la plage, de 25 mètres cubes en moyenne par mètre courant, soit pour une longueur de 240 kil., 6,000,000 mètres cubes.

Ce nombre n'est pas éloigné du volume d'accroissement annuel trouvé par M. Brémontier; mais il paraîtrait que le chiffre de 20 mètres, donné par ce dernier comme expression de l'avancement annuel de la chaîne totale, serait fort exagéré. Il peut en être ainsi pour certaines dunes isolées du littoral, et M. Laval cite même un contrefort produit par la chute d'une cime, et qui, pendant

une tempête, sous l'influence du vent s'engouffrant par la brèche et soufflant avec une extrême violence, s'était, en trois jours, avancé de 30 mètres. Mais ce sont là des faits tout-à-fait exceptionnels, et il résulterait de nombreuses observations que les dunes de hauteur moyenne situées dans le voisinage de la côte ne s'avancent pas de plus de 10 à 12 mètres par an.

La marche est beaucoup moins rapide encore pour les dunes les plus éloignées du rivage et qui, généralement plus élevées que les autres et abritées en quelque sorte contre le vent par celles qui les précèdent, jouissent, alors même qu'elles ne sont recouvertes d'aucune végétation, d'une fixation plus grande. D'après M. Laval, leur avancement annuel ne dépasserait pas cinq mètres.

Cette différence dans la vitesse de marche est en rapport avec la différence de volume; et, si le volume est exactement dans une proportion inverse de la vitesse, les vallées longitudinales devront conserver la même largeur. Il y aurait au contraire empiétement des sables sur les vallées et diminution de leur largeur si, de la côte vers l'intérieur des terres, la masse des dunes ne s'accroissait pas dans la même proportion que diminue leur vitesse.

Partant du chiffre de cinq mètres comme repré-

sentant la marche annuelle de la chaîne, et admettant, comme tout-à-l'heure, 4,200 ans pour l'âge des dunes, on trouve qu'elles devraient couvrir une largeur de 21,000 mètres, tandis que cette dimension n'est pas, en moyenne, de plus de 5,000 mètres.

La différence beaucoup moindre que celle qui résulte des calculs de M. Brémontier est encore considérable, et M. Laval remarque avec raison qu'on a vainement essayé de l'expliquer par le fait de corrosions successives de la côte. Sans doute l'Océan a empiété sur certaines parties du littoral du golfe de Gascogne. Ainsi, le rocher de Cordouan se trouvait, au moyen-âge, beaucoup moins éloigné du rivage qu'il ne l'est aujourd'hui. La mer menaçait même, dans ces derniers temps, d'emporter la pointe de Grave, et, dans l'intérêt de la navigation de la Gironde, il a fallu la protéger par de grands travaux de consolidation. Mais les témoignages historiques et le maintien de plusieurs ports ou villages maritimes montrent que le fait ne s'est jamais produit que d'une manière exceptionnelle et sur une échelle comparativement restreinte.

Dans le cas où la vitesse de cinq mètres serait regardée comme conforme aux faits, il serait plus raisonnable d'admettre que les vents n'ont pas

toujours entraîné vers la côte le même volume de sables. Au commencement de l'époque actuelle, en effet, les rivières dont le lit n'était pas encore bien fixé devaient charrier jusqu'à la mer une quantité de détritus beaucoup moindre qu'elles ne le font de nos jours, et il a fallu un certain intervalle pour que la corrosion des côtes de la Saintonge et la trituration opérée par les vagues donnassent cette masse de sables que les courants transportent sur le rivage du golfe (1).

On conclurait de là que l'entraînement et l'accumulation des sables ne se seraient pas toujours produits avec la même intensité ; mais alors l'âge des dunes deviendrait tout-à-fait incertain, et on ne pourrait plus l'établir en prenant le rapport du volume total de sable renfermé dans la chaîne au volume d'accroissement annuel. Cet âge devrait, dans tous les cas, être plus considérable que ne l'indique M. Brémontier.

Cette conclusion s'accorde avec un fait essentiel qu'aucun observateur n'a signalé encore, et qui est l'un des principaux phénomènes propres à la chaîne des dunes de Gascogne.

Il est bien constaté qu'il existe d'anciennes dunes, jadis fixées par la main des hommes.

(1) Au moment où commence le reflux, il se produit, le long de ce rivage, un courant rapide, qui se dirige vers le sud.

M. Brémontier est explicite à cet égard, et il cite la grande forêt de la Teste, comme recouvrant des éminences de sable de même nature que les dunes mobiles et qui ont été fixées par des moyens et à une époque inconnus. M. Laval cite comme autre exemple la forêt de Biscarosse, plantée sur des collines, identiques par la disposition et la nature du sol avec les dunes qui se forment aujourd'hui. Or, cette forêt de Biscarosse n'a pu surgir qu'au moyen de semis protégés d'une manière spéciale contre l'action du vent.

Quelques parties de la chaîne se trouvent ainsi, depuis de longues années, immobilisées par la végétation qui les recouvre, et elles ont opposé un obstacle énergique à l'avancement des sables. L'obstacle a toutefois été surmonté en plusieurs points de la chaîne, et, dans la forêt de Biscarosse par exemple, les dunes mobiles, se portant au-dessus des anciennes, ont non seulement comblé des vallées, elles ont encore enfoui de la base au sommet, un grand nombre de pins, et se sont même élevées de plusieurs mètres au-dessus de la tête des plus vieux arbres, qui se trouvaient eux-mêmes situés sur les cîmes les plus hautes.

Il était intéressant de rechercher à quelle époque avait eu lieu cette première fixation de la chaîne. M. Laval a fait, dans ce but, exécuter le profil des

dunes mobiles qui se trouvent entre la forêt de Bescarrosse et la mer, et il a conclu que leur origine remontait au V^e^ siècle de notre ère. Ce serait à cette époque qu'aurait commencé la décadence de cette contrée, beaucoup plus florissante et plus peuplée sous la domination romaine qu'elle ne l'est de nos jours. Envahie par les barbares et ne jouissant plus d'aucune sécurité ni sur terre, ni sur mer, les habitants se seraient dispersés et non seulement ils auraient abandonné toute entreprise ultérieure de fixation, mais encore la tradition des procédés se serait elle-même perdue.

Voici donc, dans l'ordre historique, deux systèmes de dunes bien distincts. Mais il existe encore un autre système plus ancien et qui se différencie des autres sous le rapport géologique.

Maintes fois, en parcourant les bords du bassin d'Arcachon entre Arès et la Teste et la rive droite de la Leyre, aux environs de Mios, j'avais observé de petites éminences de sable, de 5 à 6 mètres de hauteur, disséminées irrégulièrement au milieu de plaines basses.

La plupart de ces monticules présentent cette circonstance singulière, c'est qu'au-dessous des sables superficiels se trouve une épaisseur variable de sable coloré en rouge par la présence de l'oxide de fer. La couleur n'est pas, en général, très-foncée. Elle est

plus forte au voisinage de la surface, et on la voit bientôt disparaître par nuances insensibles. Les grains ne sont, en outre, que légèrement agglutinés et ils n'ont pas formé de grès.

Les monticules sont entourés d'une manière complète par ces sables ferrugineux, et on les voit se prolonger sous le sol de la plaine. Ici nous retrouvons la grande formation ferrifère, vraiment caractéristique du terrain des Landes. Elle est ordinairement recouverte par une faible épaisseur de sables, mais on la voit en plusieurs points apparaître directement au jour, comme, par exemple, sur les plages de la mer ou du bassin d'Arcachon, exposées à l'action du reflux. Elle consiste le plus souvent en un grès de couleur rouge et de tenacité très-variable, suivant le plus ou moins d'énergie de l'agglutination.

Lorsque la tenacité est grande, la roche donne un grès très-solide, que l'on utilise dans le pays comme pierre de construction et dont on a même fait des pavés pour l'entretien des routes. Elle constitue, en outre, à une très-faible profondeur, un sous-sol solide et imperméable, qui s'oppose au développement de la végétation ainsi qu'à l'écoulement des eaux, et c'est l'une des principales causes qui rendent la contrée stérile et insalubre.

Ce grès est souvent traversé par des veines

d'oxide, et cette dernière substance, en se concentrant, a donné lieu à de nombreux gisements d'un véritable minerai de fer.

On se fera une idée assez juste de ce minerai en se le représentant comme composé de veines entrelacées de toutes les manières ou bien encore soudées à des espèces de nœuds compacts d'où elles divergent suivant des directions très-variées. Il suit que la masse présente de nombreuses interstices maintes fois remplies de sables argileux plus ou moins rougeâtres, mais plus souvent vides et donnant à la roche un aspect caverneux.

Le minerai se présente encore en grains isolés les uns des autres ou réunis et plus ou moins fondus entr'eux. Certains gîtes abondent en pétrifications, et l'on y trouve maintes fois des glands munis de leurs capsules, passés à l'état d'oxide.

Le minerai en roche a quelquefois une épaisseur de plus de trente centimètres. Il repose sur un grès ferrugineux d'un rouge beaucoup plus clair, traversé de quelques veinules de minerai peu tenace, et adhérant à la couche sous forme de stalactites grossières.

C'est dans les dépressions que les gîtes d'oxide de fer se rencontrent en général, et telle est la circonstance de relief du sol qui a dû donner lieu à de plus grandes accumulations de la matière ferrugineuse.

La présence de l'oxide de fer se manifeste encore à la partie supérieure de certains grands dépôts d'argiles, et il les a fortement colorées en rouge dans le voisinage du sol ; mais à une faible profondeur, cette coloration cesse, et il arrive même, comme aux environs de Montendre, que les argiles inférieures sont exemptes de tout principe ferrugineux.

La grande formation ferrifère que l'on vient de décrire ne se montre pas seulement dans les grandes landes qui s'étendent de Bordeaux à Bayonne. Elle reparaît sur l'autre rive de la Dordogne et jusque dans le Périgord, toujours dans les mêmes conditions de gîsement et sous une faible épaisseur de détritus superficiels.

Cette constance de position et cette présence sur une si grande étendue de terrain ne peuvent s'expliquer que par l'intervention d'une grande et dernière masse d'eau diluvienne, lorsque déjà la contrée avait pris son relief actuel. Cette eau contenait une grande abondance de matière ferrugineuse dont il serait difficile de préciser nettement l'origine, et qui se déposa sur la surface du pays ; mais elle ne s'est accumulée que dans les parties basses où elle a constitué des grès très-ferrugineux ou même des minerais de fer, tandis que sur les parties du sol en relief, elle ne se précipitait qu'en faible abondance.

Il en a été ainsi pour les monticules de sable disséminés au milieu des plaines, et tandis qu'à leur pied s'est formé un grès ferrugineux, très-rouge et d'une grande tenacité, ils ne se sont, à leur cime, que faiblement colorés en rouge, et les sables y sont restés tout-à-fait friables.

On ne saurait ainsi mettre en doute que ces monticules ne se soient élevés antérieurement au dépôt de la matière ferrugineuse; or, ils ne sont eux-mêmes que de petites dunes de même nature et de même origine que les dunes actuelles, de telle sorte que nous nous trouvons en présence d'un système de dunes antérieures à l'époque géologique qui a vu se produire les formations ferrifères des Landes.

L'on retrouve ces dunes anciennes sur les rives d'autres cours d'eau qui sillonnent ces vastes plaines, et je les ai observées, en outre, sur le bord de la mer, à deux lieues, au sud de la passe du bassin d'Arcachon.

Dans cette partie du rivage, le grès ferrugineux vient affleurer à la surface d'une plage basse que le reflux met par intermittences à découvert. Le même grès existe de l'autre côté des dunes sur les bords de l'étang de Cazan, où il forme comme une vaste plaque qui suit les accidents de relief du sol, et l'on ne saurait douter qu'il ne se prolonge d'une manière continue au-dessous de la chaîne.

L'on y observe, sur le bord de la mer, de vieilles souches et des débris de troncs, qui sont encore en place, de telle sorte que le sol a dû être couvert d'une végétation par-dessus laquelle aura passé toute la chaîne, comme le fait a eu lieu pour l'ancien village de Soulac.

Ce grès ferrugineux de la plage est dominé par les dunes du littoral, que l'action des vagues corrode incessamment en ce lieu, et dont elle a mis la coupe bien en évidence. L'on voit ainsi qu'à 3 ou 4 mètres au-dessus du sol, se trouve un sable gris noirâtre, semblable à celui des landes à bruyères, quoique moins chargé de terreau végétal. Au-dessous, les grains sont légèrement teints en rouge, et ils ont éprouvé un commencement d'agglutination; mais bientôt la coloration cesse, et le sable reste blanc et friable jusqu'à la base.

Cette sorte de bande de sable ferrugineux se maintient sur 3,000 mètres environ de longueur. Elle est légèrement ondulée, et, de temps en temps, elle s'incline et descend au niveau de la plage, pour s'y relier au grès solide.

Nous voyons ainsi reparaître les dunes antérieures au dépôt de la formation ferrifère; mais sur ce point du littoral de l'Océan, le phénomène est surtout remarquable, parce que l'on voit en place les sables végétaux qui se trouvaient répandus à leur

surface, et parce que les dunes d'origine plus récente sont venues ultérieurement s'implanter sur les anciennes.

S'il est donc une conclusion qui reste bien acquise, c'est que les dunes de Gascogne présentent deux systèmes bien distincts, l'un antérieur, l'autre postérieur au dernier cataclysme diluvien. Le premier système se montre sur les bords des cours d'eau qui sillonnent les plaines des Landes, et on le retrouve à la base de la grande chaîne. Il n'a dû commencer à se produire que lorsque la terre était arrivée à sa période d'équilibre actuel ; et, s'il est vrai de dire qu'au commencement de cette période, la mer ne rejetait pas autant de sable qu'elle ne le fait de nos jours, c'est à ces anciennes dunes que l'observation serait relative.

L'accroissement du second système se serait au contraire fait d'une manière sensiblement constante. Sa masse est incomparablement plus grande que celle de l'ancien, et le chiffre indiqué par M. Brémontier, comme représentant le volume total des dunes du littoral, lui est presqu'entièrement applicable. Mais ne voit-on pas dès-lors que l'âge du nouveau système serait approximativement de 4,200 ans, comme le déduisait M. Brémontier de ses données numériques, et n'est-on pas frappé de la coïncidence qui existe entre cette époque du cataclysme

diluvien, sous l'influence duquel se sont produits les dépôts ferrugineux des Landes et la date du grand déluge de la Bible? L'on aurait, de la sorte, une démonstration scientifique de cette catastrophe dont les traditions des peuples ont gardé le terrible souvenir.

MÉMOIRE

SUR

LES PROPRIÉTÉS D'UN SYSTÈME DE DROITES

DONT CHACUNE CORRESPOND

A UN POINT DÉTERMINÉ DE L'ESPACE,

PAR M. BOUQUET,

Professeur à la Faculté des Sciences.

---

§ I.

Plusieurs des questions traitées dans ce Mémoire ont déjà été étudiées par un grand nombre de géomètres ; ainsi, Malus a démontré que des rayons lumineux partant d'un même point, sont, après leur réfraction ou réflexion, par une surface quelconque, normaux à une nouvelle surface. M. Dupin a étendu cette propriété au cas d'un système de rayons lumineux qui seraient eux-mêmes dirigés, suivant les normales, à une surface; enfin, M. Sturm a déterminé les rayons de courbure et la direction des sections principales de la surface à laquelle les rayons réfractés sont normaux en fonction des mêmes éléments connus pour la surface de séparation et pour celle normale aux rayons incidents. On doit donc ne s'attendre à trouver,

dans ce travail, que des résultats pour la plupart connus ; mais la méthode que j'emploie me semble beaucoup plus simple et plus analytique que toutes celles qui ont été suivies jusqu'ici.

§ II.

Supposons qu'à chaque point M de l'espace, lequel a pour coordonnées rectangulaires x, y, z, corresponde une droite déterminée par les cosinus X, Y, Z des angles qu'elle fait avec les axes coordonnés ; X, Y, Z sont trois fonctions continues des variables x, y, z, qui satisfont à la relation $X^2 + Y^2 + Z^2 = 1$. Les cosinus de l'angle de la droite d'un point M' ou $x + dx$, $y + dy$, $z + dz$, voisin du point M, sont $X + dX$, $Y + dY$, $Z + dZ$, et, si l'on appelle ε l'angle de ces deux droites, on a

$$(1) \quad \varepsilon = \sqrt{(dx)^2 + (dy)^2 + (dz)^2}$$

Par la droite du point M et le point M', imaginons un plan, et, sur ce plan, projetons la droite du point M', soit φ l'angle de cette droite et du plan, ψ celui de sa projection avec la droite du point M, on obtient sans difficulté

$$(2) \quad \varphi = \frac{(Y\,dz - Z\,dy)\,dX + (Z\,dx - X\,dz)\,dY + (X\,dy - Y\,dx)\,dZ}{ds \sin \theta}$$

$$(3) \quad \psi = \frac{dx\,X + dy\,dY + dz\,dZ}{ds \sin \theta} \quad ;$$

Dans ces formules, θ désigne l'angle de la droite du point M avec MM', c'est-à-dire que ds sin $\theta = \sqrt{dx^2 + dy^2 + dz^2 - (X\,dx + Y\,dy + Z\,dz)^2}$, et ds le déplacement infiniment petit MM' ou $\sqrt{dx^2 + dy^2 + dz^2}$. Enfin, appelons ρ la longueur OM comprise entre le point M et le point O, où la droite du point M est rencontrée par la projection de celle du point M', on a évidemment $\downarrow \times \rho = ds \sin \theta$, d'où

$$(4) \quad \frac{1}{\rho} = \frac{dx\,dX + dy\,dY + dz\,dZ}{ds^2 \sin^2 \theta} ;$$

ρ étant positif ou négatif, suivant que le point O se trouve sur la direction déterminée à partir du point M par les cosinus X, Y, Z, ou sur son opposée.

Les angles $\varepsilon, \varphi, \downarrow$ vérifient la relation $\varepsilon^2 = \varphi^2 + \downarrow^2$, comme cela doit avoir lieu dans tout triangle sphérique rectangle et infiniment petit.

§ III.

Si l'on veut obtenir les directions MM' suivant lesquelles il faut s'avancer à partir du point M pour que les droites des points M' rencontrent celle du point M, il suffira d'égaler à zéro l'expression de φ obtenue dans le paragraphe précédent, puis de remplacer dx, dy, dz par les cosinus α, β, γ des

angles que fait l'une des directions inconnues avec les axes.

$$(5)\quad (Y\gamma - Z\beta)\left(\alpha\frac{dX}{dx}+\beta\frac{dX}{dy}+\gamma\frac{dX}{dz}\right)$$
$$+(Z\alpha - X\gamma)\left(\alpha\frac{dY}{dx}+\beta\frac{dY}{dy}+\gamma\frac{dY}{dz}\right)$$
$$+(X\beta - Y\alpha)\left(\alpha\frac{dZ}{dx}+\beta\frac{dZ}{dy}+\gamma\frac{dZ}{dz}\right)=0$$

Le lieu de toutes les directions déterminées par l'équation (5) est un cône du second degré. Imaginons une surface quelconque passant au point M, on pourra, en général, s'avancer sur cette surface, suivant deux directions différentes Mm et Mm', telles que les droites des points m et m' rencontrent celle du point M, ces deux directions sont celles qui résultent de l'intersection du plan tangent en M avec le cône (5), c'est-à-dire qu'il existe sur la surface deux séries de lignes courbes, telles que les droites qui correspondent aux divers points de l'une d'elles, se coupent consécutivement, ou sont les tangentes d'une ligne à double courbure.

Le lieu des directions pour lesquelles l'angle ψ est nul est également un cône du second degré, dont l'équation est

$$(6)\ \alpha\left(\alpha\frac{dX}{dx}+\beta\frac{dX}{dy}+\gamma\frac{dX}{dz}\right)+\beta\left(\alpha\frac{dY}{dx}+\beta\frac{dY}{dy}+\gamma\frac{dY}{dz}\right)$$
$$+\gamma\left(\alpha\frac{\delta Z}{\delta x}+\beta\frac{\delta Z}{\delta y}+\gamma\frac{\delta Z}{\delta z}\right)=0$$

Quant à l'angle ε, il ne devient jamais nul, sauf le cas particulier où les trois équations

$$(7)\quad \begin{cases} \alpha\dfrac{dX}{dx}+6\dfrac{dX}{dy}+\gamma\dfrac{dX}{dz}=0 \\ \alpha\dfrac{dY}{dx}+6\dfrac{dY}{dy}+\gamma\dfrac{dY}{dz}=0 \\ \alpha\dfrac{dZ}{dx}+6\dfrac{dZ}{dy}+\gamma\dfrac{dZ}{dz}=0 \end{cases}$$

seraient compatibles. Alors, par chaque point de l'espace passerait une courbe telle que les droites correspondantes à ses divers points seraient les génératrices d'une surface cylindre.

§ IV.

Ce qui précède s'applique à tout système de droites déterminé par des fonctions continues X, Y, Z ; nous allons chercher, maintenant, dans quel cas il existe une série de surfaces telles que chacune d'elles ait pour normales les droites qui correspondent à ses divers points.

Soit

$$u = c,$$

c étant un paramètre variable, l'équation de ces surfaces, la normale en un point de l'une d'elles fait avec les axes des angles dont les cosinus sont proportionnels à $\frac{du}{dx}$, $\frac{du}{dy}$, $\frac{du}{dz}$, on doit donc avoir

pour tous les systèmes de valeurs de X, Y, Z, $\frac{X}{\frac{du}{dx}} = \frac{Y}{\frac{du}{dy}} = \frac{Z}{\frac{du}{dz}}$, par conséquent, l'expression $X\,dx + Y\,dy + Z\,dz$, multipliée par un facteur convenable, doit devenir une différentielle exacte; or, l'équation qui exprime que cette condition est satisfaite, est, comme on sait,

$$(8)\quad X\left(\frac{dY}{dz} - \frac{dZ}{dy}\right) + Y\left(\frac{dZ}{dx} - \frac{dX}{dz}\right) + Z\left(\frac{dX}{dy} - \frac{dY}{dz}\right) = 0$$

Lorsque cette condition est remplie, la fonction u s'obtient par l'intégration successive de deux équations différentielles du premier ordre.

Il pourrait arriver que les droites des surfaces $u = \alpha$ fussent normales aux surfaces $v = C$; dans ce cas, appelons ρ la longueur variable qu'il faut porter sur les droites correspondantes à l'une des surfaces u, pour que le lieu des points ainsi obtenus soit l'une des surfaces normales v, et soit x_1, y_1, z_1 le point de cette dernière surface qui correspond au point x, y, z de la première, on aura :

$$x_1 = x + \rho X,\quad y_1 = y + \rho Y,\quad z_1 = z + \rho Z,$$
$$X\,dx_1 + Y\,dy_1 + Z\,dz_1 = 0; \qquad \text{d'où}$$
$$dx_1 = dx + X\,d\rho + \rho\,dX,$$
$$dy_1 = dy + Y\,d\rho + \rho\,dY,$$
$$dz_1 = dz + Z\,d\rho + \rho\,dZ,$$

les différentielles indiquées sont toutes des diffé-

rentielles totales par rapport aux variables x et y : ainsi, z est censé remplacé par sa valeur tirée de l'équation $u = \alpha$, je suppose qu'elle donne $dz = p\,dx + q\,dy$; rappelons-nous que $X^2 + Y^2 + Z^2 = 1$ et $X\,dX + Y\,dY + Z\,dZ = 0$, alors l'équation

$$X\,dx_1 + Y\,dy_1 + Z\,dz_1 = 0 \text{ devient}$$

$$(9) \qquad d\rho + (X + pZ)\,dx + (Y + qZ)\,dy = 0,$$

pour que cette dernière soit satisfaite, il faut et il suffit que l'on ait $\frac{d}{dx}(Y + qZ) = \frac{d}{dy}(X + pZ)$, ou, en développant,

$$p\left(\frac{dY}{dz} - \frac{dZ}{dy}\right) + q\left(\frac{dZ}{dx} - \frac{dX}{dz}\right) - \left(\frac{dX}{dy} - \frac{dY}{dx}\right) = 0$$

remplaçons maintenant p et q respectivement par $-\frac{du}{dx} : \frac{du}{dz}$ et $-\frac{du}{dy} : \frac{du}{dz}$,

$$(10) \quad \frac{du}{dx}\left(\frac{dY}{dz} - \frac{dZ}{dy}\right) + \frac{du}{dy}\left(\frac{dZ}{dx} - \frac{dX}{dz}\right) + \frac{du}{dz}\left(\frac{dX}{dy} - \frac{dY}{dx}\right) = 0$$

Lorsque l'équation (10) a lieu, celle qui détermine ρ, c'est-à-dire l'équation (9), donne

$$\rho + C = f(x, y, \alpha)$$

on peut donc augmenter toutes les longueurs portées à partir d'une surface u d'une même quantité, sans que le lieu des extrémités cesse de former

une surface normale aux droites; ou bien, si l'on porte, à partir d'une surface, une même longueur sur toutes ses normales, on formera une seconde surface ayant les mêmes normales que la première.

§ V.

L'équation (8), qui exprime qu'il y a une série de surfaces ayant pour normales les droites de leurs divers points, est susceptible d'une interprétation géométrique assez simple, qui a été donnée par M. Bertrand. Elle signifie que les angles $\downarrow$ relatifs à deux déplacements égaux, perpendiculaires entre eux et à la droite du point M, sont égaux. Désignons, en effet, par la lettre d, les variations des quantités x, y, z, X, Y, Z pour l'un des déplacements, et par la lettre d' les mêmes variations pour l'autre; le cosinus de l'angle que la direction du déplacement d fait avec la droite du déplacement d' est

$$\frac{1}{ds}\Big(dx\,(X+d'X)+dy\,(Y+d'Y)+dz\,(Z+d'Z)\Big),\ \text{ou}$$

$$\frac{1}{ds}\Big(dx\,d'X+dy\,d'Y+dz\,d'Z\Big);$$

mais ce cosinus est précisément égal à l'angle infiniment $\downarrow'$, on trouverait pareillement

$$\downarrow=\frac{1}{ds}\Big(d'x\,dX+d'y\,dY+d'z\,dZ\Big)$$

En égalant les deux angles et développant, il vient

$$0 = \left(\frac{dY}{dz} - \frac{dZ}{dy}\right)(dy\,d'z - dz\,d'y) + \left(\frac{dZ}{dx} - \frac{dX}{dz}\right)$$
$$(dz\,d'x - dx\,d'z) + \left(\frac{dX}{dy} - \frac{dY}{dx}\right)(dx\,d'y - dy\,d'x)$$

Si l'on remplace $dy\,d'z - dz\,d'y$, $dz\,d'x - dx\,d'z$, $dx\,d'y - dy\,d'x$, par les quantités proportionnelles X, Y, Z, on retombe sur l'équation (8). Puisque les cosinus des deux angles que nous venons de considérer sont égaux, on verra, en faisant passer deux plans par la droite du point M et par les directions des deux déplacements, que les droites des points m et m' se trouvent dans un seul des quatre angles droits formés par ces plans.

Dans le cas des droites normales à une série de surfaces, l'angle φ s'exprime assez simplement en fonction des rayons de courbure de la surface et de l'angle de la direction du déplacement (supposé perpendiculaire à X, Y, Z) avec la direction de l'une des sections principales, la formule (2) se réduit sans difficulté à la suivante :

$$(11) \qquad \varphi = \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r}\right) \sin\alpha \cos\alpha \, ds$$

obtenue par M. Bertrand.

§ VI.

Considérons un système de rayons lumineux normaux à une surface ou plutôt à une série de surfaces équidistantes, supposons les droites prolongées jusqu'à la rencontre d'une nouvelle surface où ils se réfractent suivant la loi connue de l'optique, c'est-à-dire de telle sorte que le rapport $\frac{\sin i}{\sin i'}$ demeure constant et égal à l, (le cas de la réflexion est compris dans le précédent, il suffit de supposer $l = -1$) on pourra se représenter trois systèmes différents de droites correspondantes aux divers points de la surface réfringente :

1° Les rayons lumineux déterminés par les cosinus . . . . . X,Y,Z

2° Les rayons refractés déterminés par les cosinus. . . . . X',Y',Z'

3° Les normales à la surface réfringente . . . . . X'',Y'',Z''

Les quantités X',Y',Z' se déterminent par la résolution des équations

$$(12)\quad \begin{cases} X'(YZ''-ZY'')+Y'(ZX''-XZ'')+Z'(XY''-YX'')=0 \\ (XY''-YX'')^2+(YZ''-ZY'')^2+(ZX''-XZ'')^2=l^2 \\ \left(X'Y''-Y'X''\right)^2+\left(Y'Z''-Z'Y''\right)^2+\left(Z'X''-X'Z''\right)^2 \\ X'^2+Y'^2+Z'^2=1. \end{cases}$$

elles donnent :

$$(13)\qquad \begin{aligned} X' &= \pm\frac{1}{l}\,X \pm \lambda\,X'',\\ Y' &= \pm\frac{1}{l}\,Y \pm \lambda\,Y'',\\ Z' &= \pm\frac{1}{l}\,Z \pm \lambda\,Z'', \end{aligned}$$

λ étant la racine de l'équation du second degré,

$\lambda^2 \pm 2\,\frac{\lambda}{l}\,(XX'' + YY'' + ZZ'') + \frac{1}{l^2} = 1$, d'où

$$\lambda = +\,\frac{\cos i}{l} + \cos i'$$

Les divers systèmes de valeurs de X', Y', Z', se rapportent aux diverses directions qu'il y a à considérer sur les droites menées dans le plan d'incidence et de part et d'autre de la normale, de telle sorte que l'on ait $\frac{\sin^2 i}{\sin^2 i'} = l^2$; il est facile de choisir la combinaison qui se rapporte à chacune de ces directions. Nous prendrons dans ce qui suit :

$$(14)\qquad \begin{gathered} X' = \frac{X}{l} + \lambda X'',\ Y' = \frac{Y}{l} + \lambda Y'',\ Z' = \frac{Z}{l} + \lambda Z'',\\ \lambda = \frac{l\cos i' - \cos i}{l}, \end{gathered}$$

nous ferons, de plus, $h = l\cos i' - \cos i$.

§ VII.

La condition pour que les droites X', Y', Z', soient normales à une surface est, comme nous l'avons démontré,

$$X'\left(\frac{dY'}{dz}-\frac{dZ'}{dy}\right)+Y'\left(\frac{dZ'}{dx}-\frac{dX'}{dz}\right)+Z'\left(\frac{dX}{dy}-\frac{dY}{dx}\right)=0$$

Substituant pour X', Y', Z' leurs valeurs, on trouve qu'elle est satisfaite. Quant à la longueur ρ' qu'il faut porter sur les rayons refractés, à partir de la surface de séparation pour former la surface normale aux rayons refractés, elle est donnée par l'expression différentielle

$$d\rho'+\frac{1}{l}(X\,dx+Y\,dy+Z\,dz)+\lambda(X''\,dx+Y''\,dy+Z''\,dz)=0$$

$$\text{mais } X''\,dx+Y''\,dy+Z''\,dz=0$$
$$\text{et } X\,dx+Y\,dy+Z\,dz=-d\rho\,;$$

$$\text{donc } d\rho'-\frac{1}{l}\,d\rho=0$$

$$(15)\qquad \rho'-\frac{1}{l}\,\rho=C.$$

Ainsi, entre les deux surfaces normales respectivement aux rayons incidents et refractés, la quantité $\rho'-\frac{1}{l}\,\rho$ est une constante.

§ VIII.

Des formules (3) et (14) on déduit immédiatement une relation entre les angles $\downarrow''$, $\downarrow'$, $\downarrow$, ou entre les longueurs ρ'', ρ', ρ, qui se rapportent aux trois systèmes de droites, pour un même déplacement effectué sur la surface de séparation; d'ailleurs, ces longueurs ρ'', ρ', ρ, ne sont autre chose que les rayons de courbure de trois sections respectivement normales aux trois surfaces : 1° surface de séparation ; 2° surface normale aux rayons refractés ; 3° surface normale aux rayons incidents, pourvu que l'on conçoive, ce qui est permis, que ces deux dernières passent par le point où le rayon incident perce la surface de séparation ; cette relation est la suivante :

$$(16)\quad \frac{\sin^2\theta'}{\rho'} - \frac{1}{1}\,\frac{\sin^2\theta}{\rho} = \frac{\lambda}{\rho''},$$

elle détermine le rayon de courbure pour l'une quelconque des sections normales de la première surface.

Par le point où le rayon incident perce la surface de séparation, imaginons une perpendiculaire MP au plan d'incidence, cette perpendiculaire sera à la fois dans les plans tangents aux trois surfaces : appelons α'' l'angle du déplacement avec

cette perpendiculaire; par la direction de ce déplacement et la droite du point M menons un plan, il coupera les deux autres plans tangents, suivant deux droites dont je désigne les angles avec MP par α' et α; enfin, j'appelle u", u', u, les angles de MP avec l'une des directions principales pour chacune des surfaces; ces angles étant comptés en sens contraire des précédents, et R", r", R', r', R, r les rayons de courbure principaux des trois surfaces, on aura :

$$\sin^2\theta' = 1 - \sin^2\alpha'' \sin^2 i', \quad \sin^2\theta = 1 - \sin^2\alpha'' \sin^2 i,$$

d'où :

$$(17)\quad \frac{1-\sin^2\alpha''\sin^2 i'}{\rho'} - \frac{1}{l}\,\frac{1-\sin^2\alpha''\sin^2 i}{\rho} = \frac{\lambda}{\rho''},$$

puis

$$\frac{1}{\rho'} = \frac{1}{R'}\sin^2(u'+\alpha') + \frac{1}{r'}\cos^2(u'+\alpha')$$

$$\frac{1}{\rho} = \frac{1}{R}\sin^2(u+\alpha) + \frac{1}{r}\cos^2(u+\alpha)$$

$$\frac{1}{\rho''} = \frac{1}{R''}\sin^2(u''+\alpha'') + \frac{1}{r''}\cos^2(u''+\alpha''$$

$$\text{tang}\,\alpha' = \cos i'\ \text{tang}\,\alpha'',$$

$$\text{tang}\,\alpha = \cos i\ \text{tang}\,\alpha''.$$

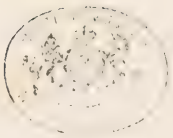
Substituons dans l'équation (17) et égalons à zéro les coefficients des diverses puissances de tang α, il viendra

$$l\left(\frac{1}{R'}\sin^2 u' + \frac{1}{r'}\cos^2 u'\right) = \frac{1}{R}\sin^2 u + \frac{1}{r}\cos^2 u + h\left(\frac{1}{R''}\sin^2 u'' + \frac{1}{r''}\cos^2 u''\right),$$

$$l\left(\frac{1}{R'}\cos^2 u' + \frac{1}{r'}\sin^2 u'\right) = \frac{1}{R}\cos^2 u + \frac{1}{r}\sin^2 u + h\left(\frac{1}{R''}\cos^2 u'' + \frac{1}{r''}\sin^2 u''\right),$$

$$l\left(\frac{1}{R'} - \frac{1}{r'}\right)\sin u' \cos u' \cos i' = \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r}\right)\sin u \cos u \cos i + h\left(\frac{1}{R''} - \frac{1}{r''}\right)\sin u'' \cos u''.$$

Au moyen de ces trois équations on détermine aisément les trois inconnues R', r', u'.



1. Cyrtonus rotundatus

a. *prosternum.* b. *palpe maxillaire* c. *labre*

2. Œuf. 3 Larve. d. *labre et mandibules*

e. *machoires et palpes maxillaires.* f. *lèvre et palpes labiaux.*

NOTES

POUR SERVIR A L'HISTOIRE

DU

CYRTONUS ROTUNDATUS[1]

SUIVIES DE LA DESCRIPTION DE CET INSECTE

ET D'UNE ESPÈCE VOISINE,

PAR MM. E. MULSANT ET A. WACHANRU.

Lues à l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon,
le 17 juillet 1849.

Sur les collines pierreuses et dénudées de l'ancienne Provence, sur celles en particulier qui, près du port de Marseille, bordent le rivage de la mer, dans les petites gorges où le soleil du midi fait plus vivement sentir ses feux, vit un Coléoptère tetramère, indiqué dans le catalogue Dejean sous le nom de *Cyrtonus rotundatus*, mais naguère encore peu abondant dans les collections. Sa manière de vivre et les espaces limités dans lesquels il paraît se plaire en nombre médiocrement grand, contribuent à sa rareté; car, malgré l'indication précise des

(1) De la Famille des *Coléoptères subpentamères phytophages* de M. Lacordaire.

coteaux qu'il habite, on l'y chercherait souvent en vain, si l'on n'est assez heureux pour rencontrer l'un des périmètres très-restreints dans lesquels l'espèce semble parquée.

Mon jeune ami, M. Wachanru, de Marseille, était parvenu à trouver quelques-uns de ces coléoptères ; nous avons essayé, chacun de notre côté, de suivre cette espèce dans sa vie évolutive, et les notes suivantes sont le fruit de nos observations.

Mœurs et habitudes. Cet insecte est nocturne. Pendant le jour, il se tient retiré dans les fentes ou les gerçures des rochers, vit caché sous les pierres ou collé au pied des plantes, principalement de celles qu'il affectionne d'une manière toute spéciale; mais dès que la clarté douteuse du crépuscule vient annoncer l'approche des ombres, il quitte sa retraite d'un pas timide, et se met en quête de sa nourriture. Il faut le chercher alors sur l'*Hyoseris radiata*, Linn., dont il ronge les feuilles, en leur faisant successivement des entailles semi-circulaires. Ses repas sont alternés par des promenades assez courtes, pendant lesquelles un seul désir semble l'animer, celui de trouver l'occasion d'assurer la perpétuité de son espèce. Ce but providentiel semble celui vers lequel tendent tous ses instincts, car souvent, durant son repos diurne, pendant ses repas même, on le voit céder à ce be-

soin impérieux. Dans les heures nocturnes où toute liberté lui est donnée, rien ne semblerait devoir altérer sa tranquillité et son bonheur; cependant, si un petit mammifère passe fortuitement près de lui, si une lumière artificielle vient à le frapper de son éclat, il contracte ses antennes et ses pattes, et se laisse rouler à terre en simulant l'état de mort. La timidité est le partage de la faiblesse, et la nature a donné aux espèces inoffensives des ruses ou des moyens capables de leur permettre quelquefois de se dérober à leurs ennemis; néanmoins, elles ne peuvent réussir toujours à échapper aux races entomophages, créés pour maintenir dans de justes limites les insectes herbivores.

Les Cyrtones trouvés par M. Wachanru avaient été pris le 23 septembre 1848. Après plus de deux mois de captivité, le 4 décembre suivant, une des femelles commença à déposer un œuf. Le nombre en augmenta chaque nuit, d'une manière parcimonieuse d'abord, puis graduellement plus considérable, jusqu'au 20 ou 25 janvier, temps après lequel la ponte ne tarda pas à décliner et à arriver à sa fin. Chaque femelle est chargée de 80 œufs environ. Dans l'état d'esclavage, elle les colle presque indifféremment sur tous les corps environnants: dans les champs, elle doit les placer de préférence et peut-être exclusivement sur les plantes; car, si

dans leur prison on enfonce une tige de bruyère, celle-ci, au bout de quelques jours, en est bientôt couverte au point d'en offrir cinq à six sur chaque brin. Si une graine étrangère, celle de blé, par exemple, vient à germer dans l'espèce de cage où sont enfermés ces insectes, la jeune plante ne tarde pas à être assaillie, et ses feuilles bientôt transformées en chapelets d'œufs, s'inclinent sous le poids des dépôts qui lui sont confiés. Ces graines vivantes sont collées au hasard et disposés sans aucun ordre; quelquefois deux ou trois se trouvent agglutinés ensemble.

Œuf. L'œuf est long d'environ 0,^{m} 0017, ovoïde, ou presque en forme de cylindre arrondi à ses extrémités, blond ou d'un blond foncé, pourvu d'une coque de consistance assez faible, et fixé d'une manière si tenace au corps qui le porte, qu'on le briserait si l'on cherchait à l'en détacher. Dans les premiers moments, il est marqué d'une tache centrale blanchâtre, qui disparaît au bout de quelques temps.

Larve. Le 15 janvier à Marseille, quelques jours plus tard à Lyon, malgré la température d'une douceur anormale dont on jouissait dans cette dernière ville, parurent les premières larves. Quand le moment de leur sortie est arrivé, l'œuf se fend longitudinalement sur le côté; l'animal nouveau-né

cherche à introduire sa tête dans cette ouverture, et après des efforts dont la durée dépasse quelquefois dix minutes, parvient successivement à faire sortir ses derniers anneaux. A mesure qu'il paraît au jour, ses poils se hérissent, l'air pénètre dans ses trachées, inonde tout son corps, et lui donne un volume plus considérable. On ne pourrait croire, si l'on n'en avait été témoin, qu'un instant auparavant il était contenu dans la prison étroite qu'il vient d'abandonner. Dès qu'il est complètement dehors, les deux lèvres de la fente se rapprochent, et l'œuf semblerait encore intact, si des traces peu distinctes ne permettaient de reconnaître l'ouverture qui a servi de passage à la larve.

Celle-ci est d'abord d'un blanc rosé ou presque couleur de chair; sa tête et le segment prothoracique sont à peine plus foncés. Ce dernier n'a pas tout le développement qu'il montre plus tard; ses yeux sont au nombre de six, de chaque côté, disposés sur deux lignes; vers l'extrémité de l'abdomen, se montre souvent une tache d'un rouge testacé; les 2^{e}, 3^{e} et 4^{e} segments sont chargés d'un relief ovalaire, très-noir; tout son corps est hérissé de poils raides, noirâtres, à extrémité cendrée. Quelques jours après, la couleur générale s'assombrit; la tête et le segment prothoracique passent au noir.

Peu de moments après son apparition dans le monde, la larve commence à cheminer sur les plantes destinées à sa nourriture : la nature lui a sans doute appris qu'il fallait utiliser leur existence passagère. Elle les ronge le jour et la nuit avec des repos alternatifs plus ou moins réguliers, et en leur faisant, comme l'insecte parfait, des entailles semi-circulaires.

Trois à quatre semaines après sa naissance, suivant les circonstances, elle subit sa première mue.

Au sortir de là, son corps et sa robe présentent quelques différences facilement appréciables : le premier s'est sensiblement voûté : la seconde a acquis une teinte plus claire; ses poils ont perdu une partie de leur longueur. Elle peut alors être caractérisée de la manière suivante :

Corps subcylindrique. *Tête* grosse; une fois plus large que longue; convexe sur le vertex, subperpendiculairement déclive en devant; très-finement pointillée; parsemée de très-petites plaques lisses, imperceptibles à l'œil nu; rayée d'une ligne longitudinale peu marquée; notée de chaque côté de de celle-ci d'une dépression oblique, correspondant à la suture frontale. *Labre* échancré et devant. *Yeux* composés de cinq points tuberculeux, disposés sur deux lignes, derrière les antennes : celles-ci, situées près de la base des mandibules; courtes, coniques,

composées de trois articles, en partie retractiles. *Mandibules* subcornées à la base, cornées et noirâtres à l'extrémité; subarcuément terminées, et munies chacune de cinq dents. *Machoires* courtes, membraneuses, à un seul lobe tronqué, et garni de poils à son côté interne. *Palpes maxillaires*, coniques, de trois articles. *Palpes labiaux*, de deux articles. *Corps*, d'un gris ardoisé; de douze anneaux : le premier ou prothoracique, égal en longueur et en largeur; à bord latéral replié en dessous et subarrondi; hérissé de poils clair-semés, disposés sur cinq ou six rangées transversales : anneaux suivants presque égaux : les deux derniers graduellements rétrécis : les 2^{e} et 3^{e}, chargés de chaque côté d'un relief lunulé, ou en arc ouvert au devant : les 4^{e} à 10^{e}, pourvus de chaque côté d'un petit stigmate obscur. *Dessous du corps* portant sous chacun des trois premiers segments, une paire de pieds assez longs, armés d'un ongle; muni sous le dernier anneau, de deux tubercules en partie retractiles.

Quinze à vingt jours après sa première mue, la larve arrive à la seconde. Cette nouvelle crise est, comme l'autre, précédée et suivie d'un jeûne et d'un repos nécessaires. En quittant son enveloppe devenue trop étroite, son corps présente quelques modifications nouvelles. Son dos s'est voûté

davantage ; ses poils sont devenus très-courts ; son segment prothoracique est marqué de quelques impressions, et relevé en rebord ; sa couleur est encore d'un gris ardoisé ; mais quand l'insecte approchera du terme de sa vie rampante, elle passera en flave testacé, densement pointillé d'obscur : son prothorax, toutefois, reste d'un brun livide. Cette larve, quand on la touche, ou même quand on l'approche, plie son corps en boule et se laisse glisser à terre.

Nymphe. Un mois après sa seconde mue, elle parvient à l'état de nymphe. Pour subir plus facilement cette métamorphose, elle se couche sur le dos ou s'enfonce en partie en terre. Sa peau se fend, et si elle éprouve quelques obstacles pour la faire glisser, elle ne tarde pas, à l'aide des mouvements qu'elle se donne, à s'en débarrasser complètement. Le nouveau masque sous lequel elle se présente permet assez facilement, comme chez la plupart des autres coléoptères, de se faire une idée de l'insecte futur. Les antennes et les pieds sont couchés sur la poitrine et sur le ventre ; les élytres et les ailes cachées dans leurs enveloppes, sont déhiscentes et embrassent les côtés ; le corps est d'un blanc orangé, avec la ligne dorsale moins claire, et les stigmates noirs ; le dernier segment est armé d'une pointe recourbée, destinée à faciliter les chan-

gements de position de l'animal, et le bord des derniers arceaux est garni de poils obscurs chargés sans doute aussi de contribuer aux mêmes fonctions.

Insecte parfait. Les premières nymphes se sont montrées à Marseille le 11 avril et quelques-unes commençaient le 8 mai à quitter leur domino, pour paraître sous leur forme parfaite. Sous notre zone lyonnaise, ces transformations, comme les mues dont elles avaient été précédées, ont été un peu plus tardives, et quelques individus paresseux ont attendu la fin de juin pour rejeter leur dernier voile.

Parvenu au terme de ses métamorphoses, ce Coléoptère met peu de temps à acquérir la couleur métallique dont il doit s'embellir. Suivant un instinct héréditaire, il fuit la lumière qui l'importune, et se cache sous les corps qui peuvent lui offrir un abri. Sous le climat tempéré des bords de la Saône, on peut le voir, même pendant l'été, sortir la nuit de son état de torpeur, et, sans montrer beaucoup d'activité, entamer des feuilles de laitues, avec lesquelles on peut le nourrir au besoin (1); mais dans son pays natal, sous le ciel

(1) Pour élever cet insecte, il faut le tenir exposé à l'air extérieur, où la fraîcheur des nuits semble nécessaire à son existence ; en général, dans les appartements, il ne tarde pas à périr.

plus chaud du midi, lorsqu'il devient insecte parfait, les plantes chargées de lui servir d'aliment ont vu s'accomplir leurs destinées passagères, et la terre des coteaux qu'il habite, brûlée par les feux du jour, offre à peine des traces de végétation. Que va-t-il devenir ? Se hâtera-t-il d'accomplir son œuvre et de passer sans retour ? N'aurait-il donc revêtu sa forme la plus belle que pour être aussitôt offert, comme une victime parée, au génie de la mort ? Mais s'il déposait alors les graines vivantes chargées de perpétuer son espèce, les larves qui écloraient bientôt ne trouveraient sur la terre désolée aucun moyen de soutenir leur existence : la nature n'abandonne pas ainsi ses œuvres à un avenir incertain. Pendant les jours caniculaires, notre insecte s'enfonce dans le sol, et y reste plongé dans le repos ; à peine, quelquefois, après une pluie rafraîchissante, se hasarde-t-il à sortir pendant la nuit, pour chercher une maigre nourriture ; mais dès que le soleil moins brûlant de septembre aura permis à la terre de laisser germer les graines des végétaux qui lui ont été confiées, il quittera son état léthargique, et viendra, convive obscur, prendre part au banquet offert par la nature, jusqu'au moment où, après avoir rempli sa tâche, et devenu inutile dans le monde, il cédera sa place à ses descendants.

DESCRIPTION.

CYRTONUS ROTUNDATUS. *Ovale, d'un vert bronzé ou d'un bronzé verdâtre, en dessus ; écusson d'un vert bleuâtre ; prothorax et élytres voutés chacun longitudinalement : celles-ci, d'un cinquième plus longues que larges, prises ensemble, pointillées irrégulièrement, ou en figurant quelques espèces de stries incomplètes.*

Cyrtonus rotundatus, DEJEAN, catal. p. 423.

♂ Premier article des tarses antérieurs, garni en dessous de ventouses, ainsi que le 3e. 5e arceau du ventre obtusement tronqué, suivi d'un hémicycle, c'est-à-dire d'un arc plus étroit, lié à lui seulement par ses extrémités.

♀ Tarses sans sortes de ventouses, en dessus. 5e arceau du ventre en ogive, et non suivi d'un hémicycle.

Long. 0,0056 à 0,0007 (2 1/2 à 3 (— Larg. 0,0036 à 0,0045 (1 2/3 à 2)

Corps ovalaire, obtusément tronqué en devant ; convexe ; bronzé, d'un vert bronzé ou d'un bronzé verdâtre, brillant, en dessus. *Tête* subperpendiculaire ; à peine plus avancée que le prothorax ; plus finement ponctuée sur le front que sur l'épistome : celui-ci limité postérieurement par une suture fron-

tale en arc dirigée en arrière. *Labre* obscur. *Yeux* assez saillants ; bruns ; situés sur les côtés de la tête ; à facettes très-apparentes. *Antennes* d'un jaune testacé ou d'un rouge ferrugineux sur les deux premiers articles ; ordinairement brunes ou brunâtres, quelquefois d'un rouge testacé plus ou moins obscur, sur les articles suivants. *Prothorax* échancré presqu'en demi-cercle, en devant ; subarcuément et faiblement élargi sur les côtés ; rebordé en devant et latéralement, sans rebord à la base ; bissinueux à celle-ci, c'est-à-dire, en arc dirigé en arrière sur les trois quarts médiaires, et sinueux près des angles postérieurs, prolongés en arrière en espèce de dent ; convexe ; longitudinalement voûté ; superficiellement pointillé, mais parsemé près du bord externe, et surtout près des angles de devant, de points assez gros. *Ecusson* largement en ogive ou presque en demi-cercle ; ordinairement teinté de bleuâtre. *Elytres* faiblement plus larges en devant que le prothorax ; arrondies aux épaules et embrassées par la sinuosité prothoracique ; subparallèles ou faiblement élargis jusqu'à la moitié ou aux trois cinquièmes, subarrondis à l'extrémité ; d'un cinquième plus longues que larges, prises ensemble ; extérieurement rebordés ; convexes ; longitudinalement arquées ; moins superficiellement pointillées que le prothorax ;

offrant parfois des points substrialement disposés sur une partie de la longueur. *Dessous du corps* ordinairement plus obscur ; souvent d'une teinte bleuâtre sur les parties pectorales. *Pieds* bronzés, d'un vert orangé ou d'un orangé rougeâtre : spongioles des tarses d'un rouge testacé : extrémité des jambes parées d'un duvet d'un jaune testacé.

Le midi de la France offre une autre espèce de ce genre : en voici la description.

CYRTONUS COARCTATUS. *Ovale oblong ; d'un violet cuivreux changeant en vert, en dessus ; écusson vert ; prothorax et élytres voûtés chacun longitudinalement : celles-ci d'un tiers plus longues que larges, prises ensemble, postérieusement en ogive, ponctués inégalement, et en figurant quelques sortes de stries incomplètes.*

Cyrtonus coartatus, DEJEAN, catalogue p. 423.

♂ et ♀ , mêmes caractères distinctifs que chez l'espèce précédente.

Long. 0,0056 (2 1/2) ; — Larg. 0,0033 (1 1/2).

Corps oblong, obtusement tronqué en devant ; convexe ; d'un violet cuivreux, passant, suivant le jour, au vert brillant, en dessus. *Tête* subperpendiculaire ; à peine plus avancée que le prothorax ; marquée sur le front de points à peine

moins prononcés que sur l'épistome : celui-ci, limité postérieurement par une suture frontale en arc, dirigée en arrière. *Yeux* bruns, assez saillants, situés un peu obliquement sur les côtés qu'ils embrassent ; à facettes très-apparentes. *Antennes* d'un rouge jaune ou d'un roux testacé sur leurs deux premiers articles : ordinairement d'un gris roux sur les suivants. *Prothorax* échancré en arc ou presqu'en demi-cercle, en devant ; légèrement arqué sur les côtés et subsinueux près des angles postérieurs ; rebordé en devant et latéralement ; sans rebord à la base ; bissinueux à celle-ci, c'est-à-dire, en arc dirigé en arrière sur les trois quarts médiaires et sinueux ou plutôt anguleux, près des angles postérieurs : ceux-ci prolongés en arrière et espèce de dent. *Ecusson* largement en ogive ou presque en demi-cercle ; ordinairement vert ou d'un vert bronzé. *Elytres* faiblement plus larges en devant le prothorax ; arrondies aux épaules et embrassées par la sinuosité prothoracique, un peu anguleusement avancées dans l'angle rentrant de cette sinuosité ; subparallèles et faiblement élargies jusqu'aux trois cinquièmes ; largement en ogive à leur extrémité ; d'un tiers plus longues que larges, prises ensemble ; extérieurement rebordées ; convexes ; longitudinalement arquées ; marquées de points inégaux : les plus gros presque disposés en formes de stries peu

régulières et incomplètes. *Dessous de corps* d'un vert bronzé ou d'un vert bleuâtre plus foncé. *Pieds* bronzés, d'un vert bronzé ou d'un bronzé rougeâtre ; spongioles des tarses d'un roux testacé : extrémités des jambes, parés d'un duvet de même couleur.

Cette espèce m'a été envoyée du département de la Lozère, par M. Ecoffet.

NOTE

SUR LE CALLIMUS ABDOMINALIS

(*Callidium abdominale*. OLIVIER),

PAR E. MULSANT.

Lue à l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon, le 10 juillet 1849.

—

CALLIMUS ABDOMINALIS OLIV. *Allongé; déprimé, en dessus; parcimonieusement hérissé de longs poils cendrés. Tête noire. Prothorax rouge, Élytres d'un bleu verdâtre.*

Callidium abdominale, OLIV. Entom. t. IV. pl. 70. p. 70. 98. pl. 8. fig. 103. a. b.

Stenopterus decorus, GÉNÉ. De quibusd. Insect. *in* Mem. della Acad. di Torino. t. I (2e série), p. 78. 39. pl. 1. fig. 23, et tiré à part de ce Mémoire, p. 38.

Long, 0,0084 (3 3/4); larg., 0,0019 (7/8).

Tête penchée en avant; noire; rugueuse sur la partie longitudinalement médiaire du front; rugueusement ponctuée sur les côtés de celui-ci et

de la partie postérieure ; lisse et relevée en carène transversale sur l'épistome. *Antennes* à peu près aussi longuement prolongées que les trois quarts des élytres ; noires sur les deux premiers articles, d'un noir passant graduellement au brun sur les suivants. *Prothorax* faiblement arqué en devant ; anguleusement arqué sur les côtés, chargé vers le milieu de ceux-ci d'un tubercule peu saillant ; tronqué et étroitement rebordé à la base ; creusé d'un sillon transversal après le bord antérieur, qui par là est relevé en rebord ; obliquement sillonné au devant de la base ; chargé en dessus de trois tubercules : un, subarrondi, de chaque côté du disque, contigu à celui du milieu des côtés : un, ovalaire, au devant du milieu de la base ; rouge ou d'un rouge jaunâtre, avec le bord antérieur, et plus étroitement le postérieur, obscurs ou noirâtres. *Ecusson* comme bilobé postérieurement, ou presque carré ; couvert d'un duvet cendré assez long. *Elytres* d'un quart ou d'un tiers plus larges en devant que le prothorax à sa base ; plus larges que lui dans son milieu ; quatre fois environ aussi longues que ce dernier ; subparallèles ou graduellement et faiblement rétrécies après le milieu, légèrement renflées ensuite et curviliniairement rétrécies à leur extrémité, terminées chacune par un angle plus rapproché de la suture que

du bord externe ; déprimées ou planes, en dessus ; chargées d'une nervure longitudinale presque indistincte, partant du calus huméral ; creusées, à côté de celui-ci, d'une fossette prononcée ; un peu déhiscentes à la suture, à partir du quart de la longueur, et d'une manière graduellement plus prononcée dans la seconde moitié ; subruguleusement et presque uniformément marquées de points gros et rapprochés ; d'un bleu verdâtre. *Dessous du corps* noir, sur les parties pectorales ; d'un jaune d'or ou d'un jaune rouge sur le ventre. *Pieds* noirs ou légèrement verdâtre.

Cette belle espèce que j'ai décrite d'après l'exemplaire typique existant dans la collection de M. Chevrolat, avait été découverte par Olivier, sur ses montagnes de Pila ; elle vient d'être prise, à la Sainte-Baume (Bouches-du-Rhône), le 16 juin dernier, par M. Wachanru.

Géné, en la publiant sous un nom nouveau, l'avait rapportée au genre *Stenopterus*, avec lequel son plus grand rapport est d'avoir les élytres un peu déhiscentes ; mais ces organes ne sont pas subulés. L'entomologiste de Turin avait d'ailleurs reconnu que cet insecte s'éloignait des Sténoptères, et devait peut-être constituer une coupe nouvelle. Ce coléoptère vient confirmer en effet la nécessité de celle que j'ai créée sous le nom de *Callimus*,

coupe que ses caractères doivent rattacher au groupe des Obriaires.

Je n'ai vu que l'un des sexes ; suivant Géné, tous les deux présenteraient, conformés de même, le deuxième arceau ventral, et ne différeraient que par la densité et la longueur des poils qui bordent ce deuxième arceau.

Dans le *Callimus Cyaneus* (Callidium Cyaneum Fabr.), l'un des deux sexes seul (probablement la ♀), offre dans le deuxième arceau du ventre le caractère commun aux Obriaires. Dans ce sexe, le ventre est paré sur cet arceau d'une bande jaune ; dans l'autre, il est entièrement bleu. Cette circonstance m'avait empêché de reconnaître l'insecte décrit par Fabricius, et j'avais nommé l'autre sexe *Callimus Bourdini*, dénomination qui doit être abandonnée.

DESCRIPTION

D'UN

COLÉOPTÈRE NOUVEAU

DE LA TRIBU DES LONGICORNES,

PAR E. MULSANT,

Lue à l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon,
le 14 août 1849.

CLYTUS LAMA. *Corps subcylindrique. Prothorax subglobuleux, noir, paré d'une bordure d'un duvet jaune au bord antérieur et à la base : la première entière : la basilaire interrompue dans sa moitié médiaire. Elytres revêtues d'un duvet noir, velouté; ornées chacune d'une ligne subhumérale, obliquement subtransversale, courte, et de trois bandes, d'un duvet jaune : la première, courbée des deux cinquièmes externes vers le cinquième de la suture : la deuxième, vers les deux tiers, un peu arquée, recourbée en devant, près du bord externe : la troi-*

sième, terminale. Aucune tache jaune près des hanches de devant.

Long. 0,0101 à 0,0135 (4/2 à 6[l]). Larg. 0,0033 à 0,0039 (1 1/2 à 1 3/4[l]).

Corps subcylindrique. *Tête* noire ; rugueusement ponctuée ; rayée sur le milieu du front d'une ligne longitudinale ; hérissée, de chaque côté de celui-ci, de poils peu épais, d'un blanc cendré. *Antennes* à peine plus longuement prolongées que la moitié du corps ; graduellement et faiblement renflées, à partir du troisième article ; entièrement ferrugineuses ou d'un roux testacé, plus ou moins foncé. *Palpes* de même couleur. *Prothorax* subglobuleux ; légèrement en arc à son bord antérieur, tronqué à la base ; très-étroitement rebordé en devant et en arrière ; arqué sur les côtés, mais un peu plus étroit près de la base que près du bord antérieur ; convexe ; ponctué d'une manière sensiblement chagrinée ; parcimonieusement hérissé de poils cendrés, peu apparents et parfois en partie usés ; noir, paré de deux bandes d'un duvet jaune : l'antérieure, entière, servant de bordure à la partie antérieure : l'autre, située à la base, interrompue dans sa moitié médiaire, environ. *Ecusson* en demi-cercle ; noir, velouté de jaune, dans sa moitié postérieure ou un peu plus. *Elytres* d'un tiers plus

larges que le prothorax à sa base; plus larges que celui-ci dans son milieu ; deux fois et demi à trois fois aussi longues que lui ; subparallèles, légèrement rétrécies en dessous des épaules, graduellement et plus sensiblement dans leur dernier tiers ; obliquement coupées de l'angle postéro-externe à l'angle sutural ; médiocrement convexes sur le dos, convexement déclives sur les côtés ; creusées d'une fossette humérale ; revêtues d'un duvet noir velouté ; ornées chacune d'une ligne jaune, courte, naissant derrière le calus huméral, transversalement et obliquement dirigée de dehors en dedant, et d'avant en arrière, jusqu'au tiers ou presque au quart interne de la longueur ; parées de trois bandes également jaunes : la première, naissant près du bord externe, vers les deux cinquièmes de la longueur, dirigée en se recourbant vers la suture, sur laquelle elle se termine vers le cinquième de la longueur : la deuxième, située vers les deux tiers ou un peu plus, formant avec sa pareille une bande un peu arquée, plus développée en longueur vers la suture, plus grêle et recourbée en devant près du bord externe qu'elle n'atteint pas ; la troisième, servant de bordure à la troncature apicale. *Dessous du corps* noir ; ponctué ; peu densement hérissé de poils d'un gris jaunâtre ; orné d'une tache oblique, sur les

épimères du médipectus, d'une bande sur les côtés du postpectus, liée à angle droit avec une ligne ou bande plus grêle, située au devant des hanches postérieures : tous ces signes formés d'un duvet jaune ; marqué sur le ventre, au bord postérieur de chaque arceau, d'une bande de même nature, rétrécie dans son milieu. *Pieds* grêles, allongés : cuisses en massue graduellement moins forte des antérieures aux postérieures ; noirâtres : les intermédiaires et postérieures rousses ou d'un roux brunâtre à la base : jambes et tarses roux ou d'un roux testacé : premier article des tarses postérieurs, plus long que tous les suivants réunis.

Cette espèce a été prise sur le mont Pila, par M. Foudras, et par M. Gacogne, dans les environs de Chamouni.

Obs. Les bandes et taches, d'un duvet jaune, tirent quelquefois plus ou moins sur le blanc.

Cette espèce est intermédiaire entre les *C. Antilope* et *Arietis*. Elle se distingue du premier de ces insectes, par son prothorax beaucoup moins rugueux, paré en devant d'une bordure jaune non interrompue dans son milieu ; par ses élytres un peu moins rétrécies en arrière, ornées d'une bande antérieure moins avancée. Elle diffère du *C. Arietis* par ses antennes plus graduellement renflées vers l'extrémité ; par son prothorax paré d'une bor-

dure basilaire jaune interrompue ; par son écusson revêtu seulement, sur sa moitié postérieure, d'un duvet jaune ; par ses élytres moins parallèles, ornées d'une ligne subhumérale oblique, d'une bande antérieure moins avancée, d'une deuxième bande recourbée en devant près du bord externe au lieu de l'être en arrière ; par des cuisses noirâtres. Elle s'éloigne enfin des deux espèces voisines, par l'absence d'une tache de duvet jaune, près des hanches de devant.

DESCRIPTION

D'UNE

ESPÈCE NOUVELLE D'OISEAU-MOUCHE

PAR MM. J. BOURCIER ET E. MULSANT,

Lue à l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon,
le 17 juillet 1849.

TROCHILUS PICHINCHA.

♂ Bec court ; arqué ; dilaté à la base ; à narines couvertes ; noir. Tête et partie du cou revêtues de plumes squammiformes, d'un bleu violet, brillantes : partie postérieure du cou ornée d'un collier de plumes noires et soyeuses. Dessus du corps et couvertures des ailes d'un vert grisatre, prenant sur la couverture candale une teinte verte plus prononcée. Ailes d'un gris cendré. Queue faiblement entaillée ; à dix rectrices droites : les externes d'un onzième plus longues que les médiaires, barbulées seulement à la base : les autres blanches. *Dessous du corps* d'un blanc de neige sur la poitrine et sur le ventre, celui-ci, longitudinalement rayé de noir sur sa partie postérieure.

♂ Jeune âge. Tête et cou garnis de plumes d'un vert foncé. Queue presque entièrement d'un noir vert, ou, suivant l'âge, blanche et plus ou moins longuement d'un noir d'acier à l'extrémité. Dessous du corps entièrement grisâtre, avec une teinte rousse plus ou moins prononcée.

♀ Bec un peu plus court et moins fort. Tête et dessus du corps d'un vert grisâtre et cendré. Queue presque égale ; à rectrices médiaires entièrement vertes : les autres blanches à la base et à la partie interne de leur extrémité, vertes sur les autres parties.

Long. totale, $0^m,145$; bec, $0^m,023$; ailes, $0^m,070$; rectrices externes, $0^m,055$; rectrices médiaires, $0^m,050$.

Cette espèce, découverte par M. Jules Bourcier, près des neiges éternelles du Pichincha, dans la république de l'Equateur, paraît vivre ordinairement à 3500 ou 4000 mètres au dessus du niveau de la mer. Elle se tient principalement dans les gorges moins froides où le sol, dépouillé de neige, permet à la terre de se parer de quelques végétaux. Elle affectionne d'une manière presque exclusive ou semble visiter de préférence l'arbuste nommé, *Chuquiraga insignis*, dont elle recueille les sucs mielleux, et sur laquelle elle butine des petits diptères.

NOTE

SUR UN PERFECTIONNEMENT

DANS LA MÉTHODE EN GÉOMÉTRIE,

PAR M. BRIOT.

On distingue en géométrie deux méthodes fondamentales : la méthode ancienne ou synthétique, et la méthode nouvelle ou analytique.

La méthode synthétique fut cultivée avec soin par les Grecs, qui la portèrent à un haut degré de perfection. Euclide et Archimède lui imprimèrent le caractère de beauté qui caractérise le génie grec.

La méthode analytique a été inventée par Descartes. Ayant trouvé le moyen de représenter les figures par des symboles algébriques, Descartes ramena l'étude des propriétés géométriques d'une figure à l'étude des propriétés algébriques du symbole qui la représente. Par la conception de Descartes, la géométrie devient une application de l'algèbre, c'est-à-dire, de la science des nombres.

Si l'on compare ces deux méthodes, on voit que chacune d'elles a des avantages, et aussi des inconvénients qui lui sont propres. Jusqu'à Descartes, on étudiait les figures isolément, une à une. Une figure nouvelle nécessitait l'emploi de procédés nouveaux. Chaque espèce de figure avait pour ainsi dire sa géométrie spéciale et distincte,

composée d'une série de théories que l'on ne pouvait établir qu'avec de grands efforts d'intelligence et un rare bonheur d'invention. Aussi voyons-nous les plus célèbres mathématiciens du XVII^e^ siècle, Newton, Pascal, Huygens, Leibniz, s'adresser comme défis des problèmes de géométrie.

Descartes, appliquant à l'étude des figures, les procédés de l'analyse algébrique, ouvrit aux géomètres une carrière plus vaste et plus facile, il donna à la géométrie un caractère de généralité qu'elle n'avait pas jusqu'alors; en un mot, il fonda la géométrie générale.

La nouvelle méthode fit de rapides progrès, et, dès la fin du XVIII^e^ siècle, la méthode ancienne, tombée en discrédit, n'était plus tolérée que dans les éléments. Cependant, les plus grands mathématiciens conservèrent toujours une secrète prédilection pour la méthode purement géométrique. Newton l'adopta exclusivement, dans son livre célèbre des principes de la philosophie naturelle; il dit avoir cultivé avec ardeur, dans son enfance, la géométrie cartésienne, qu'il l'abandonna dans sa virilité, et même il regrette le temps consacré à une méthode si imparfaite. Cette répulsion de Newton est-elle fondée, et quelle en est la cause?

L'analyse résoud de prime-abord une foule de questions que la synthèse n'aborde qu'avec peine; elle conduit à la solution, c'est vrai, mais mystérieusement en quelque sorte, et sans éclairer sa route. La synthèse, au contraire, s'élève d'une vérité à une autre, par une série de propositions in-

termédiaires ; elle construit une échelle lumineuse sur laquelle l'esprit monte de degré en degré. Voilà ce qui séduisait Newton.

Dans notre siècle, la méthode géométrique a été reprise avec succès en France par plusieurs géomètres, parmi lesquels je citerai MM. Chasles et Poncelet ; M. Poinsot l'a appliquée très-heureusement à la mécanique. Cependant, les démonstrations géométriques de MM. Chasles et Poncelet laissent presque toujours quelque chose à désirer : elles manquent de généralité. Elles introduisent dans la solution, des restrictions inutiles et étrangères à la question. C'est là un défaut très-grave de la méthode géométrique.

J'ai essayé de le faire disparaître, et je crois avoir réussi en combinant les deux méthodes en une méthode mixte qui possède à la fois les avantages de l'une et de l'autre, c'est-à-dire, qui unisse la généralité et la puissance de l'analyse à la marche simple et lumineuse de la géométrie. J'ai exposé les principes de cette méthode nouvelle dans un traité de géométrie analytique, publié l'année dernière par mon collègue, M. Bouquet, et par moi.

Je termine ainsi : « Nous avons posé les bases « d'une géométrie symbolique plus générale que « la géométrie ordinaire ; dans cette géométrie, « les théorèmes portent, non pas sur des figures, « mais sur des symboles dont les figures ne sont « que des représentations dans certains cas par- « ticuliers. Pour faciliter le langage, nous avons « donné à ces symboles les noms ordinaires des

« figures correspondar
« de cette géométrie
« série des théorèmes
« par les raisonnemen
« géométrie ordinaire
« nent lieu d'opératio
« transformations et
« Cette géométrie d
« opérations algébriqu
« ments, et transporta
« si féconds et si puiss
« une méthode précie
« cilite la recherche de
« équations. D'autre p
« che des propriétés d
« méthode géométriqu
« souvent qu'un théorème abstrait, trouvé par
« cette méthode, se traduit, dans le cas de la
« réalité, par un théorème géométrique que l'on
« ne pourrait pas obtenir, ou du moins d'une ma-
« nière aussi simple, en raisonnant toujours sur
« une figure réelle. En d'autres termes, l'emploi
« des imaginaires dans le raisonnement, quoi-
« qu'on les supprime à la fin, généralise la con-
« clusion; nous en donnerons de nombreux exem-
« ples. On pourrait caractériser d'un mot cette
« méthode nouvelle, en disant qu'elle réunit les
« procédés simples de la géométrie à la généralité
« de l'analyse. »

LETTRE

DE

M. ÉDOUARD PERRIS A M. M***

SUR UNE

EXCURSION DANS LES GRANDES LANDES.

Pour peu que vous vous rappeliez votre géographie et les notices, gravures ou feuilletons qui ont été publiés sur le département des Landes, vous vous persuadez peut-être, mon cher collègue, que nous sommes un peuple de demi-sauvages, vivant dans les bois et huchés sur de longues échasses. Peut-être même m'avez-vous envié quelquefois l'avantage de pouvoir, à l'aide de ces appendices, promener mon filet sur le sommet des taillis et capturer sur le tronc des gros arbres quelque taupin ou bupreste posé à trois mètres du sol, sans compter la faculté non moins appréciable de pouvoir faire des enjambées de un à deux mètres, de parcourir trois lieues à l'heure, sans me préoccu-

per des rivières plus ou moins guéables et des marais fangeux.

Or, sachez qu'on ne vous a montré de ce pauvre département que le côté merveilleux, je devrais dire plutôt le côté burlesque, et que nous ne possédons aucun des petits avantages dont nous gratifie peut-être votre imagination complaisante.

Le département des Landes est divisé en deux parties par l'Adour. A gauche de ce fleuve, le pays est accidenté, le sol est riche, les cultures variées ; les paysans ont l'air ouvert, l'extérieur propre, la démarche découplée. C'est une contrée magnifique, traversée de grands ruisseaux et de petites rivières, parsemée de villages, de maisons de campagne, de forêts de chênes, couverte de vignes, de prairies et de moissons. Rien n'est plus beau que les immenses panoramas qui se déroulent du haut des coteaux, et que couronne toujours la chaîne imposante des Pyrénées. Les plaines tant vantées de la Touraine et de la Beauce sont d'une désespérante monotonie, quand on les compare à ces paysages si riches et si variés dont rien ne surpasse la magnificence. Ce pays se nomme la *Chalosse*.

A droite de l'Adour, à part la zone d'alluvion du fleuve et quelques parties privilégiées, ce sont des plaines, ou plutôt c'est une plaine immense, d'une formation maritime toute récente, sablon-

neuse, maigre, aride, ombragée de vastes forêts de pins, de bouquets de chêne, principalement de chêne tauzin, à cultures de seigle, de millet et de maïs, mais offrant aussi des landes immenses comme une mer, entrecoupées de marais éternels ou périodiques, et où, sur une espace de plusieurs lieues carrées, c'est-à-dire dans un horizon sans limite, on n'aperçoit que des bruyères, des parcs ou bergeries pour les troupeaux de brebis qui parcourent ces déserts, et des bergers proposés à la garde de ces animaux, vivant entre eux et n'ayant de commerce avec le reste des humains que pour se procurer, tous les huit jours, chez leurs maîtres, la nourriture de la semaine.

Ce sont ces bergers qui sont perchés sur des échasses d'un mètre environ de hauteur, afin de pouvoir surveiller de plus loin leurs troupeaux, réunir plus promptement les brebis dispersées, et traverser les flaques d'eau et les marécages qui se rencontrent sous leurs pas.

C'est ce pays sauvage, et ce pays seul que traversent les voyageurs qui viennent de Paris, laissant à leur gauche la belle contrée dont j'ai parlé. De là l'opinion généralement accréditée que le département des Landes, dont le nom, du reste, ne fait pas naître de riantes pensées, est une plaine de sables et de bruyères ; et comme quelqu'un de

ces échassiers de nouvelle espèce aura été aperçu dans le lointain, ou sera venu, sur le bord de la route, s'offrir aux regards du voyageur étonné, on aura supposé que c'était là la manière d'être des habitants de cette contrée. On a généralisé, comme on est si porté à le faire, un fait tout particulier, on a converti en règle ce qui est si bien une exception, que, pour nous habitants des villes, pour toute la partie à gauche de l'Adour, et pour une portion considérable de la rive droite, un homme à échasses serait une chose à peu près aussi nouvelle que pour vous, et ferait courir nos badauds comme les vôtres.

Je viens de vous représenter en laid ce que nous appelons la *Grande-Lande*, par opposition avec les petites Landes, situées plus près du chef-lieu, et qui sont moins vastes, moins nues, plus habitées, et présentant conséquemment, à un bien moindre degré, le spectacle de la solitude, l'âpre monotonie du désert.

La Grande-Lande a aussi son beau côté; elle a des charmes que savent apprécier les étrangers qui la parcourent. C'est le pays de l'hospitalité franche et cordiale, de la bonne chère, des fêtes, des parties de plaisir. La culture du pin y répand l'aisance, on y rencontre beaucoup de fortunes territoriales; de nombreux ateliers de fabrication d'essence

de térébenthine et des usines métallurgiques qui exploitent le fer répandu presque à la surface du sol, l'enrichissent encore et le vivifient. Il y a de jolis villages, de belles habitations, une bonne société; il faut seulement la réunir d'un peu loin, car les voisins sont souvent à cinq ou six lieues; mais dans ce pays on ne regarde pas aux distances.

La Grande-Lande est bornée à l'ouest par l'Océan Atlantique, mais entre elle et la mer, et sur le bord de celle-ci, s'élève la chaîne des dunes, montagnes de sables d'une hauteur considérable, échelonnées sur plusieurs rangs, et qui, défiant toute description, seraient très-difficilement rendues par la peinture elle-même.

Il faut voir, en effet, pour s'en faire une idée, ces énormes amas d'un sable fin et mobile, que le vent écrème sans cesse, et qui cheminent ainsi vers l'intérieur des terres, jusqu'à ce que, par des semis de pins, on les ait définitivement fixés et contenus; il faut voir ces contours si moelleux qu'on dirait des montagnes de plâtre polies par la main de l'ouvrier, et dont la surface est si mobile, qu'un petit insecte y laisse, pour quelques instants, sa trace très-visible, ces pentes à tous les degrés d'inclinaisons, ces entonnoirs, ces arêtes vives des biefs de partage, cette éternelle nudité, sans un

brin d'herbe, un atome de végétation, cette solitude moins imposante que celle des montagnes, mais plus sauvage encore. Il faut voir, du haut d'une de ces crêtes, d'un côté l'Océan, de l'autre les vastes étangs qui bordent le littoral, et au milieu de cette mer tumultueuse de sable jaunâtre, des vallées herbeuses, de riches et plantureux pacages, oasis de verdure où paissent des troupeaux de chevaux et de vaches à l'état sauvage, gardés par des bergers presque aussi sauvages qu'eux.

Ici, en effet, nous sommes en présence de la nature dans toute sa simplicité. Dans la Grande-Lande, les troupeaux retrouvent chaque soir leur bergerie, les pasteurs, leur cabane et leur lit ; les uns et les autres ont un refuge contre le mauvais temps, et, aux approches de l'hiver, ils gagnent les forêts voisines des habitations, jusqu'à ce que le soleil du printemps ait fait évaporer les eaux et rendu la vie aux bruyères et aux herbes.

Dans les dunes, au contraire, les animaux et leurs gardiens, livrés à toutes les chances d'une vie sauvage et nomade, errent d'une *Laite* (1) à l'autre, s'abreuvent dans les flaques d'eau qu'elles contiennent, et s'endorment sans autre abri que quelques ajoncs, à l'endroit où la nuit les surprend. Les jours

(1) On appelle *laites* ou *lettes* les vallées des dunes. C'est un mot patois dont nous ne connaissons pas l'étymologie.

les plus mauvais, les orages les plus violents, les nuits les plus froides passent sur eux comme les journées les plus radieuses et les plus doux zéphirs; il n'y a de plus ou de moins que quelques arbrisseaux pour les bêtes, des peaux de brebis pour les hommes.

Et cependant tout semble sourire, tout porte l'empreinte du bonheur et de la prospérité; les bêtes à cornes ont le poil luisant, la croupe arrondie et s'y multiplient à l'envie; les brebis, grâce à l'influence maritime, y sont à peu-près exemptes de la pourriture qui décime par fois les troupeaux de la plaine; les juments y produisent ces petits chevaux landais aussi agiles et infatigables que sobres; les porcs, car il y en a aussi dans les parties boisées des dunes, engraissent presque autant que dans les basses-cours, et on les prend ensuite par ruse, par surprise, ou à coups de fusil.

Les hommes y sont joyeux et bien portants; la pêche et la chasse occupent une partie de leur journée et font les frais les plus somptueux de leur cuisine qui s'installe toujours en plein air. Le lait des vaches et des brebis, le pain de seigle, la viande ou le jambon qu'ils vont périodiquement chercher chez leur maître complètent leur nourriture.

Au surplus, les dunes ont pour les êtres qui les fréquentent, hommes et animaux, des attraits irré-

sistibles; ils s'y attachent comme le montagnard à ses vallées et à ses rochers. Les bergers languiraient et périraient d'ennui en dehors de cette vie errante et pleine d'émotions qui les agite sans cesse, et on a vu des animaux, vendus à des habitants de la plaine, fuir leur nouveau maître et parcourir une distance de dix à quinze lieues pour regagner les dunes et leurs pacages maritimes.

Or, n'allez pas, mon cher collègue, oubliant ce que j'ai dit plus haut, et sucombant à l'erreur commune, vous persuader que le département des Landes et ses habitants soient caractérisés par les dunes et leurs bergers nomades, par la Grande-Lande et ses échassiers. Les dunes ne sont que la lisière maritime de cette vaste circonscription, la Grande-Lande n'en constitue non plus qu'une partie, et ces deux choses ressemblent si peu à ce que j'ai toujours eu sous les yeux, que depuis longtemps j'éprouvais le désir de les voir, de les étudier, de les connaître.

C'est pour satisfaire cette envie que j'ai entrepris cette année un voyage d'une dizaine de jours, et comme je garde habituellement note des excursions qui dépassent la limite de mes courses ordinaires, j'ai, pensé ces jours derniers, qu'il vous serait agréable, car vous y mettrez du bon vouloir, de recevoir une relation de celle-ci.

Le 28 juin dernier, époque présumée favorable pour recueillir le plus d'insectes et de plantes, trois naturalistes quittaient Mont-de-Marsan à cinq heures du matin, dans une voiture qui devait les transporter à trente-cinq kilomètres, point où s'arrête, quant à présent la route pavée, et où commence la route sablonneuse à peu près inaccessible aux voitures. Ces trois voyageurs étaient : M. Bertrand, conchyliologiste et entomophile des plus zélés, M. Caulonbie, botaniste dans toute l'ardeur d'un néophyte, et moi qui n'ai pas craint d'embrasser toutes ces spécialités.

A six kilomètres de Mont-de-Marsan, on rencontre le petit bourg de d'Uchacq. Là nous attendait, avec l'impatience d'un homme qui, dès la veille, a fait ses préparatifs, M. de Marsan, curé du lieu, mon ami d'enfance et amateur de conchyliologie. Depuis trois mois il soupirait après le jour du départ, et à voir les bagages et les provisions dont il nous encombra, vous eussiez dit qu'il s'agissait pour lui d'un voyage transatlantique. Son insertion dans notre véhicule quadriloculaire compléta la caravane.

A 17 kilomètres d'Uchacq se trouve le bourg de Garein, où nous nous arrêtâmes une heure pour laisser souffler nos chevaux.

Le bourg de Sabres, à 12 kilomètres de Garein,

était le *nec plus ultra* de notre locomotive suspendue ; mais le cas était prévu, et nous avions pourvu d'avance au moyen de nous transférer plus loin. Nous avions eu à choisir entre des chevaux et une charrette du pays, montée sur deux grandes roues à jantes larges, et attelée de mules. Tout bien considéré, et surtout nos bagages qui devaient être encore plus volumineux au retour, nous avions donné la préférence à la charrette, et je me hâte de vous dire, pour n'y plus revenir, que nous n'avons eu qu'à nous louer de ce système de locomotion, car dans les sables une charette ne cahotte pas plus qu'une voiture et va plus vite qu'elle.

De Mont-de-Marsan à Commemacq on est constamment dans les bois de pins ou dans la Lande, sauf les alentours des bourgs qui sont cultivés ; mais toujours l'horizon est borné à de faibles distances par des rideaux de forêts. Au-delà de Commemacq commence la Grande-Lande proprement dite, et l'on débouche subitement devant une plaine immense et nue, où la bruyère s'étend à perte de vue. Devant soi on voit filer la route, droite comme un coup de cordeau, et à l'horizon, à quatre lieues, on aperçoit un bouquet d'arbres ; c'est là qu'est le bourg de Lipostey.

Le vue de la Grande-Lande a quelque chose d'étrange et de majestueux qui vous étonne et vous

saisit. Je m'arrêtai pour la contempler, car le désert appelle la contemplation, et j'avais devant moi un véritable désert, sans un accident de terrain, sans une culture, sans un arbre, si ce n'est à des distances énormes.

Alors se pressèrent dans mon esprit ces pensées sur lesquelles j'avais déjà réfléchi bien souvent, et qui s'emparent inévitablement des étrangers qui visitent ou traversent ces contrées. Pourquoi cette terre où végètent tant de plantes inutiles, ne se couvrirait-elle pas de moissons et de forêts? Pourquoi ces vastes marais ne se convertiraient-ils pas en prairies? Pourquoi avec tant d'eau de reste, ne pratique-t-on pas de fécondes irrigations? Pourquoi la population superflue des villes industrielles ne vient-elle pas fonder ici des colonies agricoles?

La réponse à tous ces pourquoi il faut la chercher sur les lieux mêmes: c'est que, voyez-vous, mon cher collègue, la lande n'est pas un pays comme un autre. C'est une terre trompeuse, rebelle, ingrate même dans le sens moral du mot. Je ne vous dirai pas qu'elle gagne beaucoup à être connue; mais ce qui est vrai, c'est qu'on gagne à la connaître avant de l'attaquer, car de grandes fortunes disparaîtraient dans ses bruyères.

Elle a contr'elle l'usage immémorial et nécessaire, dans l'état actuel des choses, de la vaine pâ-

ture, car les prairies étant rares, parce qu'il n'est pas facile d'en établir, il faut que les troupeaux destinés à la confection des engrais aillent chercher leur nourriture dans la lande livrée au libre parcours.

Elle a contr'elle la nature du sous-sol. Ce sous-sol est presque partout une sorte de *tuf*, *d'allios*, formé par du sable qu'agglutine un sédiment ferrugineux. Il a souvent la dureté de la pierre et sa propriété fondamentale est d'être imperméable; ajoutez qu'il se trouve à une faible profondeur. Les pluies de l'automne et de l'hiver imbibent le sol jusqu'au tuf, puis séjournent à la surface, où elles forment des marais, des mares, d'immenses lagunes d'eau de plusieurs lieues carrées. Les vents du printemps, les chaleurs brûlantes de l'été font évaporer ces eaux, absorbent l'humidité du sable jusqu'au tuf, ce qui est vite fait, de sorte que, à part les marais tourbeux qui persistent toujours, plus ou moins, la terre est inondée pendant l'hiver et d'une aridité désespérante pendant l'été. Or, détruire le tuf, seule cause de ces funestes alternatives, est une œuvre au-dessus de l'homme.

Elle a contr'elle aussi la nature de ses eaux, et ce n'est pas là le moindre de ses inconvénients. Avec de la chaleur et de l'eau, dit la théorie, on peut avoir des prairies; or, ici, la théorie reçoit les

démentis les plus accablants, et c'est chose très-connue dans le pays que l'eau de la lande, à moins qu'on ne la laisse séjourner longtemps dans de vastes réservoirs, charrie dans les défrichements qu'elle arrose de la graine de bruyère et de jonc, ou développe celle qui s'y trouve déjà, et qu'elle s'oppose à la végétation des bonnes plantes.

Qu'y a-t-il donc dans ces eaux qui en fasse un fléau, au lieu d'un agent de prospérité? Est-ce l'oxide de fer qu'elles tiennent en suspension? est-ce un acide encore indéterminé? est-ce un gaz délétère, ou toutes ces choses ensemble? Demandez-le aux gens du pays, ils vous diront qu'elles sont crues, qu'elles sont froides, ce qui, à vrai dire, ne vous apprendra pas grand chose; mais ils vous montreront les effets, et il faudra bien s'incliner devant l'évidence.

La grande Lande sera-t-elle donc toujours un désert? Est-elle donc éternellement vouée à la bruyère et aux plantes des marais? nul ne le sait, mon cher collègue, et ceux qui croient le plus à un avenir plus prospère et plus riant ne sont certainement pas les habitants du pays, parce qu'ils apprécient les difficultés de la transformation.

Je crois bien, pour mon compte, qu'on peut baisser le niveau des étangs, ou plutôt des lacs qui se sont formés au pied des dunes, et mettre ainsi

à sec de grandes étendues de marais qui deviendraient bientôt de bons pacages, et plus tard, avec le temps et des engrais, d'assez bonnes prairies; je crois qu'on peut trouver et exécuter même un vaste système d'écoulement des eaux et de desséchement; je crois aussi que, cela fait, on pourrait convertir une partie du sol en terres labourables et presque tout le reste en forêts de pins maritimes, cet arbre providentiel qu'il ne faut que semer dans nos sables pour qu'il les enrichisse; mais il faudrait pour cela tant de temps, tant d'argent, et, qui plus est, un si grand effort de persévérance; il y aurait tant d'intérêts lésés, sans qu'il y paraisse, ou qui croiraient l'être, tant de mauvais vouloir à prévenir, qu'on aurait quelque chance à soutenir que des siècles s'écouleront, que peut-être la vie de la terre s'éteindra avant que la Grande Lande ne se couvre de cultures.

Je m'étais bien promis, mon cher collègue, de ne pas vous ennuyer de mes digressions; mais pardonnez-moi celle-ci, car elle nous a permis de parcourir, sans trop nous en apercevoir, ce long *ruban de queue* qui nous séparait de Lipostey.

Nous voici donc à Lipostey. C'est un joli petit bourg, en plein désert, et au point de contact de la route départementale que nous avons suivie jusqu'à présent, et de la route de Bordeaux à Bayonne

par les Grandes-Landes. Nous avions une heure de jour devant nous, nous l'employâmes à explorer l'intérieur et les alentours de la bourgade ; puis, vers le milieu de la nuit, nous nous dirigeâmes vers Ichoux, autre bourg à 8 kilomètres de Lipostey, enfermé dans une vaste enceinte de pins. Grâce au clair de la lune et à notre oculatissime muletier, nous parvînmes à ne pas nous embrouiller dans l'inextricable labyrinthe des sentiers qui sillonnent la forêt. C'est que, dans les contrées où des chemins n'ont pas encore été tracés, dans les bois surtout, où l'on n'a pas des points de repère comme en rase lande, et avec la circonstance aggravante de la nuit, on peut bien prendre une direction pour une autre, et ne se reconnaître qu'à trois ou quatre lieues du point où l'on voulait aller.

Au point du jour, nous nous retrouvâmes en présence d'une lande illimitée au nord et à l'est, et bornée au loin, du côté de l'ouest, par la chaîne nue et blanche des dunes, que commençait à éclairer le soleil levant.

Le but de notre voyage était le bourg de Sanguinet, situé à 23 lieues de Mont-de-Marsan, à l'angle nord-ouest du département, sur la limite de celui de la Gironde. C'est là que nous devions établir notre quartier général, chez un de mes anciens camarades de collége, M. Laval, curé du lieu, qui

nous a si bien accueillis, si bien choyés, qui a été si affectueux, si généreux et si prévenant, que je dois me hâter de lui en exprimer ici ma reconnaissance, en recommandant son presbytère à tous les naturalistes qui, de son vivant, parcourront ces parages.

Nous étions partis, ainsi que je l'ai dit, le 28 à cinq heures du matin, et le lendemain matin 29, à huit heures, nous frappions à la porte de notre hôte qui nous attendait.

Le bourg de Sanguinet, qui doit être fort triste et fort humide en hiver, est un lieu charmant, surtout pour des naturalistes, pendant la belle saison. Ce qui en fait le principal agrément, c'est l'étang de Cazaux, que j'appellerais plutôt un lac, et qui baigne le jardin du presbytère. C'est une immense pièce d'eau d'une limpidité parfaite, d'une grande profondeur, qui a sa houle et ses tempêtes comme une petite mer, car elle n'a pas moins de six mille hectares d'étendue, et à qui il ne manque, pour rivaliser avec le lac de Genève et les beaux lacs d'Italie, que le terrain fertile qui l'environne.

A l'horizon, pardessus le lac, à une distance de trois lieues, apparaît le rideau blanc des dunes, spectacle étrange pour celui qui le voit pour la première fois.

Le jour de notre arrivée fut consacré à une excursion sur les bords de l'étang, qui a une plage sablonneuse et nue, analogue à celle de la mer. Nous en rapportâmes bon nombre d'insectes et de plantes, et le soir on nous donna le plaisir de la pêche, au moyen d'un très-long filet qui renferme dans un vaste cercle le poisson que l'on ramène ensuite sur le rivage. Il y a quelquefois des coups de filet fabuleux, mais il n'y en a jamais d'infructueux, et notre table a toujours été abondamment fournie d'excellents poissons pris quelques instants avant le repas.

Le lendemain 30, nous nous acheminâmes vers la commune de Salles, située dans le département de la Gironde, et séparée de Sanguinet par une lande de quatre à cinq lieues de largeur et d'une longueur bien plus considérable; de sorte qu'au milieu on ne voit plus, tant que la vue peut s'étendre, que la bruyère et le ciel, sans autre indice de l'existence de l'homme que les bergeries destinées aux troupeaux, et quelques bergers à échasses.

Nous étions attirés à Salles par un riche dépôt de coquilles fossiles; mais comme aucun de nous n'en connaissait au juste le gisement, nous perdîmes à le chercher un temps très-précieux. Nous finîmes cependant par le trouver, et les travaux

auxquels nous nous livrâmes nous apprirent qu'il y a là une mine féconde à exploiter. Parmi les coquilles que nous recueillîmes, et dont quelques-unes sont à déterminer et d'autres assez vulgaires, je signalerai les suivantes :

Bulla lignaria Lin.
Pecten multiradiatus Lam.
— *scabrellus* Lam.
— *palmatus* Lam.
Arca mytiloides Broc.
Pectunculus glycimeris Lam.
Cardita jouanneti Lam.
Cardium palassianum Bast.
Cardium hians Broc.
Lucina circinaroides Grat.
Venus rotundata Desh.
Cytherea girondina Grat.
— *leonina* Bast.
Latraria solenoidea Grat.
Panopœa menardi Desh.

Ce dépôt intéressant, mais moins riche en individus et en espèces que ceux des environs de Bordeaux, de Mont-de-Marsan et de Dax, se trouve au sud-ouest du bourg de Salles; nous l'exploitâmes autour d'un moulin dit le moulin du *Pébé*.

La journée du 1^er^ juillet était d'avance dévolue

à l'étang et aux marais tourbeux qui l'avoisinent. Nos explorations furent plus sérieuses et poussées plus loin que le premier jour ; nous naviguâmes aussi assez longtemps à la recherche des plantes aquatiques.

Notre itinéraire nous appelait le lendemain à La Teste, petite ville maritime, assise auprès du magnifique bassin d'Arcachon, et dont le nom sera peut-être allé jusqu'à vous, grâce à la folie du chemin de fer qui la relie à Bordeaux. Nous y arrivâmes à huit heures du matin, après trois heures de cheval, et la journée se passa à explorer un vaste marais dit le *Pré-Salé*, que la marée recouvre deux fois le jour, et à visiter les bords du bassin, qui n'est autre chose qu'un immense port formé par l'Océan, mais dont l'entrée est rendue très-difficile et très-périlleuse par la barre de sables mobiles qui l'obstrue.

La Teste est une ville fort insignifiante, dont les rues tortueuses sont de vrais cloaques lorsqu'il pleut, et qui ne se recommande que par le bassin d'Arcachon, admirable pièce d'eau, soumise au flux et reflux de la mer, très-abondante en coquillages et en poissons, et par les établissements de bains qui ont été créés sur le bord de ce bassin, constructions élégantes et radieuses de propreté, formant une sorte de village qu'une main de fée

semble avoir fait surgir de cette plage déserte.

En nous rendant à La Teste, nous reconnûmes les traces d'une des plus folles entreprises qui se soient essayées sur la Lande. Une compagnie, célèbre dans le pays, vient, il y a très-peu d'années, s'installer, sous le nom de Compagnie d'Arcachon, dans la lande qui sépare La Teste de l'étang de Cazaux, afin de la défricher et de la fertiliser.

On vit s'abattre dans ce désert des rejetons de nobles familles, épris d'un bel amour pour la vie pastorale et rustique, qui venaient confier leur fortune à cette terre inconnue, et lui demander ce bonheur qu'ont vanté Virgile et Horace et qu'a chanté le P. Vanière.

Eux aussi disaient qu'avec du soleil et de l'eau on aurait des prairies; en conséquence, de magnifiques travaux d'irrigation furent entrepris et conduits à bonne fin, de jolies habitations s'élevèrent au milieu des bruyères; 20, 30 charrues, superbement attelés, défrichèrent, retournèrent ce sol vierge de tout travail humain; puis, en attendant le fruit de tant de labeurs, on se livra à toutes les joies, à toutes les folies de la vie champêtre. Des fêtes furent données, de magnifiques attelages sillonnèrent pour la première fois ces landes sur lesquelles reposaient tant d'espérances; puis, un jour, après avoir dépensé sept millions, tous ces impru-

dents, la plupart ruinés, abandonnèrent une partie qu'ils avaient mal engagée, et qu'ils ne pouvaient plus relever.

Trois ans après leur départ, nous traversions ces lieux ; les maisons tombaient en ruines, et il nous fallait les souvenirs des gens du pays pour retrouver ces 1500 hectares défrichés et arrosés, et dont la bruyère, plus vigoureuse que jamais, avait déjà repris possession.

Les canaux d'irrigation ont seuls résisté, comme un témoignage de cette ruineuse folie. Le cœur se serre à la vue de ce beau travail devenu stérile et qui pouvait rendre de si grands services, si la compagnie, mieux avisée, au lieu de porter ses efforts sur tout ce terrain à la fois, n'avait développé ses cultures que proportionnellement à ses ressources en engrais.

C'est aussi en allant de Sanguinet à La Teste qu'on traverse un beau canal à sept écluses, creusé par une autre compagnie, et qui relie le bassin d'Arcachon à l'étang de Cazaux. C'est encore là une entreprise très-hasardée et presque aussi mal conçue que le chemin de fer de Bordeaux à La Teste. Le canal cependant a peut-être un peu plus d'avenir.

Aux approches de la nuit, nous quittâmes La Teste pour nous acheminer vers Sanguinet ; mais

nous n'étions pas depuis une heure à cheval, que nous regrettâmes d'être partis. Ce pré salé, ces plages maritimes du bassin sont, en effet, de magnifiques lieux d'exploration pour des botanistes et des entomologistes. Deux grands jours suffiraient à peine pour les effleurer, et nous comprîmes, au souvenir de tout ce que nous avions recueilli, que nous aurions dû y séjourner plus longtemps, et que nous avions été trop fidèles à notre programme.

La journée du 3 fut donnée à Sanguinet, aux marais, à l'étang, aux prairies, à quelques-uns des mille recoins qu'un naturaliste est sûr de visiter avec succès. Il fallait bien aussi ne pas laisser croire à notre hôte que nous n'étions pas du tout venus pour lui.

Le 4, au point du jour, nous voguions vers les dunes à travers l'étang, dans une barque que quatre vigoureuses rames faisaient voler sur l'eau. M. Labarthe, percepteur du lieu, dont rien ne surpasse l'obligeance et la gaîté, avait bien voulu s'adjoindre à nous comme notre guide. Il arriva portant des filets pour pêcher dans les dunes, et des ustensiles de cuisine pour faire cuire le poisson en plein air. Cette attention originale nous égaya fort.

Après deux heures de traversée et d'admiration pour ce beau lac dont nous avions pu reconnaître l'immensité, nous débarquâmes au pied de ces

dunes qui excitaient tant notre curiosité, et qui allaient mettre notre ardeur à l'épreuve.

Je ne veux pas, mon cher collègue, vous reparler des dunes, vous redire que rien ne peut ressembler au spectacle vraiment original et plein d'intérêt qu'elles présentent; je sens à ma verve qui bouillonne que, si je rentrais dans cet intarissable sujet, je n'en sortirais pas sitôt que vous le voudriez, que je le voudrais moi-même. Je me bornerai à vous dire que, du premier échelon des dunes à la mer, il faut deux heures d'une marche que la mobilité du sol rend très-pénible, qu'il faut gravir des montagnes de sable pour ainsi dire à pic, ou quatre pas n'en valent pas un, et que, sans le secours des laites herbeuses qui reposent le pied et délassent le corps, sans l'attrait et la lenteur des recherches, sans l'enthousiasme enfin qui vous saisit dans ces lieux où tout est si étrange et si nouveau, des jarrets peu faits à ces ascensions risqueraient de fléchir.

Je veux vous dire aussi pour votre édification, s'il vous prenait jamais fantaisie de visiter ces lieux, que nous avons commis une grande faute en ne consacrant pas au moins deux jours à cette excursion. L'habitation si hospitalière des douaniers, située au bord de la mer, nous aurait offert un gîte assez commode pour la nuit; nos collections et nos

jambes y auraient gagné, et le bonheur que nous éprouvions dans ces lieux aurait été moins court. Cette idée nous vint à l'esprit, mais nous reculâmes devant la crainte de donner des inquiétudes à notre hôte, qui aurait pu nous croire engloutis dans l'étang, et nous rentrâmes le soir, à neuf heures, à Sanguinet. La journée avait été bien employée, car nous avions donné douze heures aux recherches, sans autre diversion qu'un bain de mer et une collation chez les douaniers, sentinelles perdues du fisc et du système protecteur sur ces plages désertes.

Il nous manqua seulement un de ces petits épisodes dont on est quelquefois le témoin et même l'acteur dans les dunes. Il se forme çà et là, au milieu des laites, sans qu'on puisse dire comment, de petits gouffres appelés *blouses*, pleins d'eau et de sable, et recouverts par une couche plus ou moins épaisse de sable sec, de sorte que rien ne trahit leur existence. Si l'on passe sur ces blouses, le sol manque subitement sous les pieds, et l'on s'enfonce d'autant plus dans cette bouillie de sable et d'eau que l'on fait des efforts plus violents pour en sortir.

Je ne sache pas qu'un homme se soit jamais complétement *blousé*; la main d'un compagnon, un bâton mis en travers, un point d'appui quelconque ou des efforts prudents et mesurés le tirent

toujours de là ; mais des chevaux et des vaches ont plus d'une fois payé de leur vie la mauvaise habitude qu'ils ont de s'exagérer le péril et leur impatience à s'en délivrer.

La journée du 5, veille de notre départ pour Mont-de-Marsan, revenait de droit à Sanguinet. L'étang et ses accessoires, que nous regrettions de quitter, reçurent une longue visite d'adieu, quelques heures furent consacrées à nos collections, et le lendemain matin, à trois heures, nous prenions congé de notre aimable hôte.

Jusque là le temps nous avait admirablement favorisés ; mais, le jour de notre départ, la chaleur était accablante, le soleil était brûlant. Nous jugeâmes prudent de faire une halte de quelques heures aux belles forges d'Ichoux, dont le vénérable propriétaire, M. Larreillet, déjà connu de nous, nous fit les honneurs avec sa bonté habituelle. Après dîner, nous nous remîmes en route avec le projet de marcher une partie de la nuit. Les nuages qui s'amoncelaient à l'horizon étaient bien de nature à inspirer quelques préoccupations, mais la charrette était couverte, nous avions intérêt à nous rapprocher de la voiture qui nous attendait à Sabres, nous nous engageâmes dans une lande de quatre lieues de longueur, renonçant ainsi à tout abri, à tout secours en cas de besoin. Un orage épouvan-

table, en pleine nuit et en pleine lande, avec le ciel en feu et de violents éclats de tonnerre, fut le dernier épisode de ce voyage qui s'est accompli sans le moindre accident ; et aujourd'hui cet orage, un des plus beaux, sans contredit, dont j'aie été témoin, ajoute du charme à nos souvenirs, et y occupe sa place comme toutes les choses intéressantes que nous avons vues.

Le 7, à midi, j'embrassais ma famille.

Je présume, mon cher collègue, que vous êtes curieux de connaître les résultats de nos recherches, les bénéfices scientifiques de notre exploration ; je me crois donc obligé de vous donner ci-après la liste des insectes et des plantes que nous avons rapportés. J'omettrai seulement les espèces les plus vulgaires, celles qui se rencontrent partout.

INSECTES.

Cicindela trisignata Illig. Plages maritimes, commune et très-agile.

C. littoralis Fab. Avec la précédente, agile comme elle.

C. flexuosa Fab. Les lieux sablonneux et arides, les chemins, les allées de jardin, etc. Elle apparaît en abondance dès les premiers beaux jours de printemps, se montre toute l'année; mais reparaît par légions à la fin de l'été.

Dromius punctatellus Dufts. Sous les détritus de plantes.

Clivina polita Dej.; *C. cylindrica* Dej.; *C. œnea* Ziegl. *C. nitida* Dej.; *C. gibba* Fab. Ces cinq espèces qui rentrent dans le genre *Dyschirius* Bon. se trouvent sur la plage sablonneuse de l'étang de Cazaux.

Omophron limbatum Fab. On le fait sortir en arrosant ou en comprimant le sable au bord des eaux.

Elaphrus riparius Fab. Sanguinet, bord des mares.

Chlænius velutinus Dufts. Bords de l'étang de Cazaux.

Pogonus littoralis Meg. Bords des mares dans les laites des dunes.

Calathus limbatus Dej. Bords de l'étang de Cazaux, sous les détritus.

Taphria vivalis Illig. Dans un fossé, à Sanguinet, sous des feuilles mortes.

Agonum marginatum Fab.; *A. austriacum* Fab.; *A. modestum* Sturm.; *A. scitulum* Dej. Ces quatre espèces habitent les bords de l'étang de Cazaux et des mares voisines.

Stomis pumicatus Panz. Dans les souches pourries de divers arbres.

Zabrus inflatus Dej. Dans les dunes. On le trouve fréquemment sur le sable où l'on peut suivre de loin sa trace, ou perché sur les épis du *calamagrostis arenaria*, etc.

M. Germar, dans son Magasin d'entomologie, a donné la description et la figure de la larve du *Z. gibbus*, qui creuse

dans la terre des galeries d'où elle ne sort que la nuit pour aller ronger les plantes et principalement les graminées. Ce doit être aussi la manière de vivre de la larve du *Z. inflatus*; il est probable qu'elle se pratique des tanières dans le sable des dunes, et qu'elle vit aux dépens de la graminée que j'ai citée.

Harpalus neglectus DEJ. Sanguinet, sous les pierres, les tas de végétaux, avec le précédent.

Acupalpus dorsalis FAB.; *A. atratus* DEJ. Ils se trouvent l'un et l'autre au bord des eaux, mais le dernier se prend plus souvent au vol, surtout vers le soir.

Bembidium (tachys) pulicarium DEJ. La lande, dans les marais encore boueux.

B. (lopha) laterale, DEJ. Par milliers sur le sable, au bord de l'étang de Cazaux.

Dytiscus punctulatus FAB. Les mares.

Colymbetes niger ILLIG. Les mares.

Agabus didymus OLIV. Les mares.

Hygrobia (pœlobius SCH.*) Hermanni* FAB. Commun dans une mare près de l'étang de Cazaux.

Hydroporus piceus STEPH. Les mares.

H. neglectus DEJ. Les mares.

H. cristatus DEJ. Les mares.

H. salinus JOLY. Dans la même mare que l'*hygrobia Hermani*. Je n'avais jamais trouvé dans le département cette espèce qui est assez connue à Sanguinet, et dont j'ai des types venus de M. Joly lui-même.

Hyphydrus variegatus ILLIG. Les mares.

Gyrinus marinus GYLL. Les mares, près de l'étang.

G. minutus FAB. Avec le précédent.

Orectochilus villosus FAB. Dans un ruisseau, à Commensacq, sur des morceaux de bois immergés.

Autalia rivularis GRAV. Bords de l'étang.

Falagria sulcata PAYK.; *F. obscura* GRAV.; *F. nigra* GRAV. Ces trois insectes se trouvent sous les détritus de végétaux et dans les fumiers.

Tachyusa coarctata Er. Au bord des eaux, très-commune.

T. balteata Er. Avec la précédente, mais rare.

Phlœopora reptans Grav. Sanguinet, sous des écorces.

Oxypoda opaca Grav. Sous les détritus de végétaux; on la prend aussi très-abondamment au vol toute la journée, surtout autour des fumiers.

Pronomaea rostrata Er. Sous les détritus.

Myllœna intermedia Er. Au bord des eaux, où elle marche avec rapidité et en frétillant.

Hypocyptus flavicornis Dej. Sous les détritus.

Habrocerus capillaricornis Grav. Sous les détritus.

Xantholinus collaris Er. C'est le *X. hispanicus* Dej. On le trouve sous l'écorce des pins morts, et c'est aussi là que vit sa larve aux dépens d'autres larves xylophages.

X. elongatus Grav.; *X. ochraceus* Grav.; *X. linearis*, Oliv. Ces trois espèces vivent sur les herbes entassées et dans les fumiers.

Leptacinus brevicornis Er. Avec les précédents.

Ocypus rufipalpis Dej. Sanguinet, sous les pierres.

Philonthus carbonarius Grav. Sous les débris de plantes jetés par l'étang.

P. (Cafius Leach*) fucicola* Curtis. Très-commune sous les tas de *fucus* et de *zostera* déposés par la mer sur la plage. Il ne me paraît guère différer du *P. xantholoma* Grav.

Lathrobium biguttulum Meg. Bord des mares, parmi les herbes.

Lithocharis melanocephala Fab. Sous les tas de plantes et dans les fumiers.

L. fuscula Boisd. Sous l'écorce des pins morts où vit sa larve.

Stilicus fragilis Latr. Un seul individu à Sanguinet, sous un tas de plantes. Je l'ai trouvé depuis assez abondamment à Mont-de-Marsan sous des végétaux entassés depuis longtemps.

Scopœus minutus Er. Sanguinet, sous des écorces.

Dianous cœruleseens Gyll. Un individu dans un fossé humide, à Sanguinet.

Stenus aterrimus Er. Bord des eaux.

Bledius subterraneus Er. Bord des eaux.

Oxytelus depressus Grav. Dans les fumiers et souvent au vol.

Omalium concinnum Marsh. Sous l'écorce des pins morts, où vit sa larve.

Trichopterix fascicularis Herbst. ; *T. apicalis* Gilm. Ces deux petits insectes se trouvent dans les tas de végétaux en voie de fermentation ou de décomposition. J'ai publié dans les annales de la société entomologique l'histoire des métamorphoses du premier.

Micropeplus sulcatus Herbst. Sanguinet, sous des végétaux entassés. Je le prends quelquefois au vol, autour des fumiers.

Acmæodera tœniata Fab. Sanguinet, sous les fleurs des carottes.

Ancylocheira flavomaculata Fab. J'en ai pris plusieurs à Sanguinet, en stationnant, au grand soleil, devant un tas de tronçons de pins sur lesquels ils venaient se poser. La larve de cet insecte vit, en effet, dans le pin. Elle s'enfonce dans le bois, au lieu de demeurer sous l'écorce comme la plupart de ses congénères.

L'A. 8—*guttata L.* se trouve sur les jeunes pins, mais je ne l'ai pas rencontré dans cette excursion.

Phœnops tarda Fab. Un individu collé à la résine qui découlait d'un pin. Cet insecte n'est pas rare ici, car, cette année, il m'en est né chez moi plus de soixante, de deux tronçons de pins où j'avais reconnu sa larve ; mais on le trouve rarement à l'état de liberté. Il en est autrement de *l'Anthaxia morio* Fab. *praticula* la Ferté, donc la larve vit sous l'écorce des pins morts et qui, au mois de mai, se fait prendre par centaines dans les prairies, sur les fleurs des renoncules.

Trachys ænea Dej. Sanguinet, en fauchant sur les herbes des marais.

Aphanisticus emarginatus Fab. Prairies marécageuses. Je suppose que sa larve vit dans les joncs.

Cratonychus brunnipes Ziegl. On le prend ordinairement au vol. Sa larve vit sous l'écorce des pins morts et probablement aussi d'autres arbres, car on rencontre cet insecte dans des contrées où il n'y a pas des pins.

Athous hirtus Herbst. Je l'ai également pris au vol. On trouve aussi dans le département l'*A. rufus* Fab., dont la larve se développe près des racines des gros pins morts, et l'*A. rhombeus* Oliv. dont la larve vit sous les écorces du chêne, du pin, de l'aulne et peut-être d'autres arbres.

Cardiophorus thoracicus Fab. A Sanguinet, dans le presbytère; on le rencontre, en effet, presque toujours dans les habitations, il ne serait pas impossible que sa larve vécût dans les bois de construction.

C. ruficollis Fab. Un individu à Sanguinet, collé à la résine d'un pin, sa larve vit dans les souches mortes de cet arbre.

Ampedus præustus Fab. Sanguinet, sous l'écorce et dans l'intérieur de vieilles souches de pins en voie de décompositions, qui lui servent de berceau.

A. nigerrimus Dej. Sanguinet, sur les feuilles des jeunes pins.

Cryptohypnus 4—pustulatus Fab. Sanguinet, sur le sable, au bord des eaux. Quand, dans sa fuite, il roule sur le dos, il saute à de grandes hauteurs avec une agilité extrême.

Eubria palustris Ziegl. Sanguinet. Je prends abondamment cet insecte à Mont-de-Marsan sur les herbes qui croissent le long de certains petits filets d'eau. Il se promène sur les feuilles et on le prend très-facilement avec le bout des doigts, car il n'est pas agile et ne se laisse pas tomber. Sa larve vit, sans doute, dans la terre humide.

Nycteus (Encynetus Germ.) *meridionalis* de Cast. Sanguinet, sous les écorces et les pièces de bois tapissées de byssus. Je l'ai plusieurs fois trouvé en assez grand nombre à Mont-de-Marsan, en société de larves et de nymphes de son es-

pèce, et même avec le *N. Hæmorrhous* Ziegl. qui en est bien distinct. Le *N. méridionalis*, publié par M. de Castelnau dans la Rev. ent. de Silbermann, est, s'il faut en croire M. Guérin-Méneville (*Species et iconographie générique des animaux articulés*, 1re livraison), le même que le *N. hispanicus* Dej. Le *N. testaceus* Dej. n'en serait qu'une variété.

Lampyris splendidula Fab. Nous en avons pris plusieurs individus au vol, ainsi que du *L. noctiluca* Fab., à l'entrée de la nuit, dans le jardin du presbytère de Sanguinet. Il entre souvent la nuit dans les maisons, attiré par l'éclat des lumières.

Cantharis thoracica Gyll. Sanguinet sur les herbes, en fauchant. J'ai pris aussi le *C. lateralis* Fab. sur les graminées.

Malachius spinipennis Ziegl. Sanguinet, en fauchant sur les herbes.

M. balteatus Chev. Les lieux sablonneux et arides, en fauchant.

M. (Anthocomus Er.*) suturalis* Dej. En secouant les broussailles et surtout les lierres.

Tillus elongatus Fab. Sanguinet, dans une maison. C'est aussi dans les maisons que je prends quelquefois le *T. ambulans* Fab. Quant aux *T. unifasciatus* Fab. et *tricolor* Dej. ils se trouvent à Mont-de-Marsan dans les sarments morts de la vigne.

Opilo mollis L. Sanguinet, dans le presbytère. J'ai pris abondamment à Mont-de-Marsan l'*O. univitatus* blotti sur des bûches de chêne.

Clerus 4—maculatus Fab. Sanguinet, sur l'écorce des vieux pins vivants où il court avec agilité. Il se cache bien vîte ou se laisse tomber, quand il aperçoit la main qui veut le saisir, sa larve vit dans l'écorce du pin où elle se nourrit principalement des chenilles de teigne qui la sillonnent.

Xyletinus hederæ Duf. Commun sur le lierre, dont le bois mort est rongé par sa larve.

Anobium molle Fab. Sanguinet et autres lieux ; pris au vol. Sa larve se développe dans les jeunes pousses du pin.

A. angusticolle Ratz. Sanguinet; pris également au vol. Sa larve vit dans l'écorce des pins morts.

Ptinus palliatus mihi. J'ai pris à Commensacq un individu de cet insecte que j'avais déjà, depuis plusieurs années, découvert à Mont-de-Marsan. Ne l'ayant point trouvé décrit dans les auteurs que j'ai pu consulter, et aucun des savants entomologistes à qui je l'ai envoyé n'ayant pas pu m'en dire le nom, je le considère comme nouveau, et voici sa description :

Longueur, 6 millimètres, ayant la forme allongée du *P. lepidus* Villa, mais beaucoup plus grand que lui. Antennes fauves, presque aussi longues que le corps dans les mâles, de moitié plus courtes dans les femelles; palpes fauves; tête noirâtre, couverte d'un duvet doré au-dessus de l'épistome, et principalement sur le vertex qui est marqué d'un sillon longitudinal; yeux noirs, gros et très-saillants; thorax brun, couvert d'une villosité d'un brun roussâtre et orné sur le dos de quatre houppes de même couleur, disposées en série médiane et transversale, les deux du centre très-rapprochées et plus grandes que les deux autres; écusson arrondi et couvert d'une pubescence blanchâtre; élytres velues, parallèles, d'un ferrugineux brunâtre, striées-crénelées; angle huméral revêtu de poils dorés ou ferrugineux; de ce point une tache composée de mouchetures rapprochées de poils d'un cendré roussâtre, se rétrécissant jusqu'au delà du milieu des élytres, et delà se dilatant de nouveau pour occuper toute la face postérieure de celles-ci. A l'endroit où commence la déclivité, on aperçoit, à certain jour, une petite bande transversale brune et sinueuse, parfois oblitérée, ou simplement représentée par deux points; pattes entièrement fauves.

C'est cette grande tache cendrée qui couvre le dos des élytres et ne laisse apparaître que sur les côtés la couleur du fond, qui m'a inspiré le nom spécifique de *palliatus*.

Les larves de ptines ne sont guère connues que par la description que donna de Géer de celle du *P. fur*, qui attaque les

collections de plantes et d'animaux. Celle du *P. palliatus*, que j'ai trouvée une première fois, en assez grand nombre, dans le creux d'un vieux cerisier, vit habituellement dans le bois mort d'aubépine; elle ressemble à celle qu'a décrite de Géer, et présente aussi, à s'y méprendre, la physionomie des larves *d'Anobium*. Elle se transforme en nymphe dans une coque elliptique façonnée avec de la sciure de bois agglutinée. L'insecte parfait se montre au printemps et en été.

Silpha lævigata Fab. Je ne signale cet insecte vulgaire que pour pouvoir dire deux mots de ses habitudes. Les larves de *Silpha* sont connues depuis longtemps, et leur genre de vie paraît être assez varié. Les Annales de la Société entomologique contiennent: 1° une note de vous énonçant que plusieurs larves de *Silpha* sont phytophages; 2° une notice de M. Blisson sur la larve du *S. obscura*; 3° une note de M. Guérin Meneville sur celle de la *S. opaca* qui ronge les feuilles de la betterave. On sait, en outre, que les larves de plusieurs autres vivent dans les charognes; mais il n'a rien été dit sur celle de la *S. lævigata*, que l'on voit fréquemment grimper le long des herbes, et qui, sauf la couleur qui est noire, ressemble à la larve de la *S. obscura*. Celle dont il s'agit ici ne vit ni de plantes ni de chairs mortes, elle tue et dévore les escargots vivants de moyenne taille, et notamment l'*helix carthusianella* Dr. qui est très-abondant dans nos prairies. J'ai nourri avec des escargots plusieurs de ces larves, et il m'est arrivé parfois de n'en plus voir aucune dans nos bocaux, parce qu'elles étaient cachées dans les coquilles dont elles achevaient de dévorer l'habitant, qu'elles avaient attaqué résolument. Elles s'enfoncent dans la terre pour se transformer en une nymphe blanche en tout semblable à celle dont M. Blisson a donné la figure.

Latreille, dans son *Histoire des Crustacés et des Insectes*, dit que quelques espèces de *Silpha* en veulent aux habitants de quelques coquilles. C'est le cas de la *S. lævigata*, et l'on conviendra que son corselet semble avoir été taillé en demi-

cercle et rabattu antérieurement pour lui permettre de pénétrer dans l'intérieur des escargots.

Nitidula (Meligethes Steph.*) exilis* Schuepp. Sanguinet, sous des végétaux entassés.

Cryptophagus (Typhæa Kirby*) sparganii* Sturm. Sanguinet, sur les fruits du *sparganium ramosum* L. avec le *C. caricis* Fab. qui est beaucoup plus commun. Leurs larves vivent dans les graines de cette plante.

Elachistus globulus Payk. Sous les détritus de végétaux.

E. acaroides Waltl. Bords des eaux, dans le sable, d'où on le fait sortir en arrosant, ou en comprimant.

Pithophilus atomarius Heer. Sanguinet, dans le cellier du presbytère, sous des morceaux de bois.

Trinodes hirtus Fab. J'ai rapporté de mon excursion deux individus de cet insecte; mais j'ignore où je les ai pris.

Saprinus metallicus Fab. Commune au bord de l'étang de Cazaux sur le sable ou sous les débris rejetés par les eaux. Il varie pour la couleur; il est tantôt d'un noir profond, tantôt d'un vert bronzé; parfois ses élytres sont rougeâtres, mais il est toujours reconnaissable à la ponctuation.

Plegaderus vulneratus Panz.; *P. cæsus* Fab. Ces deux espèces se trouvent sous l'écorce des pins morts; c'est là aussi que vivent leurs larves, aux dépens de celles des petits Bostriches. Le second est très-commun et fait un grand carnage de *Bostrichus pusillus*.

Hœterius quadratus Payk. Sanguinet, dans une fourmilière sous l'écorce d'une souche de pin.

Onthophilus sulcatus Fab. Sanguinet, dans les bouses sèches. Je prends assez communément l'*O. striatus* Fab., en octobre et novembre, sous les citrouilles, melons et courges en voie de putréfaction.

Platysma oblongum Fab. Commun sous l'écorce des pins morts, où vit sa larve carnassière.

Byrrhus (Oomorphus Curtis *) concolor* Sturm. Au bord de l'étang de Cazaux, sur le sable.

Limnichus sericeus Dufts. Commun au bord des mares dans les laites des dunes et dans toute la partie sablonneuse du département, ainsi que le long des cours d'eau. Il se tient dans le sable humide d'où on le fait sortir en arrosant ou en pressant avec les pieds.

Georissus pygmæus Fab. ; *G. læsicollis* Ullr. ; *G. striatus* Dej. Ces trois insectes sont communs dans les mêmes lieux que le *Limnichus* ; on se les procure par le même procédé.

Elmis Wolkmari Mull. ; *E. æneus*, Mull. ; *E. parallelepipedus* Mull. Dans un ruisseau, à Communacq, sur des bois immergés.

Macronychus 4-tuberculatus Mull. Avec les précédents. Cet insecte est très-commun dans le département. Le *Potamophilus acuminatus* F. s'y trouve aussi, mais moins abondamment.

Parnus auriculatus Illig. Avec les précédents.

Heterocerus hispidulus Kiesenw. J'en ai pris un assez grand nombre au vol, vers le coucher du soleil, sur le bord de l'étang de Cazaux.

Hydræna testacea Curtis. ; *H. rugosa* Muls. Avec les *Elmis*.

Berosus æriceps Curtis. Dans les mares de la lande. Plus commun en mai qu'en juillet.

Hydrobius æneus Stev. Avec le précédent.

Cyllidium seminulum Payk. Dans votre excellent ouvrage sur les Palpicornes, vous dites que cet insecte se trouve dans les eaux stagnantes. Je suis loin de contester le fait, mais,

quant à moi, je ne l'ai jamais vu dans l'eau ; je le prends toujours dans les mêmes conditions et de la même manière que les *Limnichus* et les *Georissus*.

Ateuchus (Scarabæus L.) *sacer* L. Sur les chemins. Je l'ai plusieurs fois rencontré façonnant ou roulant à grands efforts la boule d'excréments qui devait servir à la nourriture de sa larve. Les individus que nous trouvons ici sont beaucoup plus petits que ceux de la Provence et surtout que ceux de l'Algérie ; ils rentrent dans la var. *pius* Illig.

. *Ontophagus furcatus* Fab. Dans les bouses, partout.

Aphodius (*Otophorus* Muls.) *Hœmorrhoidalis* L. Dans les bouses, près de l'étang de Cazaux. Il est commun dans tout le département.

A. pusillus Herbst. Avec le précédent.

A. (*Acrossus* Muls.) *luridus* Oliv.

A. tessulatus Creutz. Avec les précédents.

A. melanostictus Creutz.

Psammodius sulcicollis Illig. Sur le sable, au bord de l'étang.

Ægialia arenaria Fab. *globosa* Lat. Dans les dunes, sur le sable.

Geotrupes (Thorectes Muls.) *lævigatus* Fab. Dans les dunes, sur le sable.

Melolontha fullo L. Dans les dunes. Ratzebourg suppose que sa larve vit dans les racines des graminées maritimes. A Mont-de-Marsan, où il est commun, je l'ai trouvé plusieurs fois, lors du défrichement de carrés plantés d'arbres en pépinière, et infestés de chiendent.

Anomala (Euchlora Mac Leay.) *julii* Fab. ; *var. incerta* Muls. *Et vitis* Fab. Très-commun dans les dunes. Les individus sont généralement plus grands qu'à Mont-de-Marsan.

Anisoplia (Phyllopertha KIRBY.*) campestris* LAT. Dans les dunes, sur les graminées et sur le sable. Cet insecte est parfois très-commun à Mont-de-Marsan, et il se trouve principalement dans les jardins, sur les roses.

Catalasis (Anoxia de CAST.*) pilosa* FAB. Cet insecte est si commun dans la partie sablonneuse du département, qu'il forme le soir des essaims autour de tous les grands arbres.

Omaloplia (Serica MAC LEAY.*) brunnea.* FAB. Pris au vol le soir à Sanguinet. Cet insecte n'est pas commun dans le département. En revanche, nous avons par milliers au printemps l'*O. (Triodonta* MULS.*) aquila* DEJ. qui, le soir au crépuscule, vole autour des tauzins, avec le *Rhizotrogus marginipes* MULS.

Hoplia cærulea DRURY. *(farinosa* FAB.) Très-commun au bord des eaux, principalement sur les fougères. La femelle est excessivement rare.

Cetonia morio FAB. Prise au vol dans les dunes.

C. cardui FAB. C'est en nous retirant que nous avons fait la découverte de cette belle espèce qui n'avait pas encore été trouvée dans le département. Durant une halte que nous fîmes à Lipostey, nous prîmes au vol une cétoine qui nous parut d'abord être la *C. morio* déflorée. D'autres individus passèrent près de nous et furent capturés ; ils nous convainquirent de notre erreur, et persuadés que nous tenions une bonne espèce, nous nous disposâmes sérieusement à nous emparer de tous les individus qui passeraient à notre portée. Les gens de l'auberge, témoins de notre chasse, nous apprirent que cet insecte, excessivement commun dans la contrée, causait de grands dommages dans les ruches d'abeilles, y pénétrait pour en dévorer les rayons, et les envahissait souvent en si grand nombre, qu'il réduisait les abeilles à mourir de faim. Ils ajoutèrent que si nous allions à un rucher voisin, nous en ferions ample provision. La nuit s'approchant, nous ne pûmes faire cette excursion, mais nous priâmes un de nos interlocuteurs

de nous en envoyer à Mont-de-Marsan dans une bouteille, avec de la sciure de bois ou du son. Quelques jours après, en effet, je reçus 63 cétoines, produit, sans doute, d'une chasse de quelques instants.

Ce fait des ravages que la *C. cardui* exerce dans les ruches m'a été confirmé par plusieurs habitants de la Grande-Lande, où cet insecte, considéré comme très-malfaisant, sert de jouet à la cruauté des enfants qui lui font subir mille tortures.

Latreille a formé avec la tribu des Cétoniens, la section des *melitophiles* (*amis du miel*), sans doute parce que ces insectes consomment le pollen des fleurs. On voit que la *C. cardui* justifie à la lettre cette dénomination. Elle s'appliquerait aussi à la *C. fastuosa* Fab. ; car, « d'après l'observation de M. Zébé, dit Ratzebourg, tome 1, p. 85, la *Cetonia fastuosa* vit dans les ruches des abeilles sauvages. »

Tentyria orbiculata Fab. Très-commun dans les dunes, sur le sable.

Blaps producta Dej. ; *B. fatidica* Illig. Ces deux insectes, que nous avons trouvés dans le presbytère de Sanguinet, se rencontrent souvent dans les caves, les celliers, les écuries, les lieux obscurs et malpropres des habitations.

Heliopates gibbus Fab. Très-commun dans les dunes, sur le sable.

Microzoum tibiale Fab. Sur le sable, au bord de l'étang de Cazaux.

Phaleria cadaverina Fab. ; *var. bimaculata* Dej. Bords de la mer, sous les fucus et les matières animales jetées par la marée.

Uloma culinaris Fab. Sanguinet, sous l'écorce des souches de pin, dans lesquelles vit sa larve.

Phtora crenata Dej. Avec le précédent. Sa larve vit également dans les souches de pin.

Hypophlœus pini Panz. ; *H. linearis* Gyll. Ces deux in-

sectes se trouvent sous l'écorce des pins morts, qui servent de berceau à leurs larves. Le second ne se rencontre que dans les jeunes pins.

Tenebrio curvipes Fab. Sanguinet, sous l'écorce des pins morts où vit sa larve.

Lagria glabrata Oliv. Lieux frais, à Sanguinet, en fauchant.

Anthicus nectarinus Panz. ; *A. 4.—pustulatus* Dahl. ; *A. Rodriguei* Latr. Tous les trois près de l'étang de Cazaux, sous les débris de plantes rejettés par les eaux.

A. arenarius Dahl. Sur le sable, au bord de l'étang.

Xylophilus populneus Fab. Recueilli en secouant la paille des toits de chaume des bergeries.

Mylabris melanura Pallas. Lipostey, lieux arides, sur diverses plantes, et notamment les fougères.

Nacerdes melanura L. ; *N. notata* Fab. La Teste, près du bassin, sur le *calamagrostis arenaria.*

Asclera (*Chrysanthia* Schm.) *viridissima* L. ; *A. thalascina* Fab. Dans les bois, en fauchant.

Xanthochroa carniolica Gyss. C'est de vous que je tiens le nom de ce joli et rare insecte que je vous ai envoyé deux ou trois fois, et que j'ai pris le soir à Sanguinet. Sa larve vit dans le pin et ressemble à celle des Œdemères.

Stenostoma rostrata Fab. Plages maritimes, sur *l'Eryngium maritimum* L.

Mycterus curculioides Fab. Commune dans tout le département sur les ombellifères et les corymbifères.

Bruchus griseomaculatus Chev. ; *B. rufimanus* Sch. ; *B. Luteicornis* Hellw. ; *B. debilis* Sch ; *B. cisti* Fab. Pris en fauchant sur les bruyères et autres plantes.

Apion sanguineum Gyll. Dans les lieux arides, en fauchant.

A. rugicolle Sch. Il se trouve dans les Landes et les bois sur l'*helianthemum alyssoides* L. dont sa larve mange les graines. Il est très-commun au printemps.

Apion Chevrolati Sch. Commun dans les lieux arides, sur l'*helianthemum guttatum* L. dont la capsule nourrit sa larve.

A. aciculare Sch. ; *A. pubescens* Kirby. Avec le précédent.

A. œstivum Germ. A Sanguinet, sur les feuilles de la bardane.

A. onŏnidis Gyll. A Commensacq, sur l'*ononis spinosa* L.

A. cupreum Dej. A Sanguinet, en fauchant dans les lieux arides.

A. malvæ Fab. Il se trouve dans tout le département sur la mauve.

A. genistæ Kirby. Cet *apion* se montre dès le mois d'avril ou de mai, et on le prend en fauchant sur les pieds fleuris du *genista anglica* L. Au mois de juin dernier, je m'avisai de faire provision de gousses presque mûres de cette plante, et les ayant enfermées dans une boîte je constatai, quelque temps après, la naissance d'un *apion*. Comme il ne s'en montrait pas d'autres, je me décidai, à la fin d'août, à examiner l'intérieur des gousses, pour voir si je n'en devais rien attendre. Les premières gousses que j'ouvris contenaient chacune un *apion* mort, et ayant continué mon œuvre, j'obtins une centaine de ces insectes. Il en est résulté pour moi les indications suivantes :

La femelle de l'*apion genistæ* ne pond qu'un œuf dans une gousse, car je n'en ai jamais trouvé plus d'un dans un même fruit. Si donc un œuf a déjà été pondu, il faut qu'une autre femelle disposée à pondre s'en aperçoive et s'abstienne, comme si une gousse ne pouvait suffire au développement de deux vers. Cette hypothèse ne se justifie pas toujours, cependant, car j'ai remarqué fréquemment qu'après la trans-

formation définitive de l'*apion*, il restait dans la gousse plus de graines intactes que de graines consommées, de sorte que deux larves auraient pu y vivre aisément ; mais j'ai vu souvent aussi que plus de la moitié des graines avait avorté, de sorte que, en définitive, la concurrence de deux larves exposerait celles-ci à des chances que l'instinct de la femelle lui enjoint d'éviter.

Ce n'est pas ainsi que les choses se passent pour l'*A canescens* Dej. qui vit dans les fruits de l'*ulex europœus* L., car j'en ai trouvé jusqu'à trois dans la même gousse ; mais il est juste de dire que les graines de l'*ulex* sont plus grandes que celles du *genista anglica*, et que l'*A canescens* est plus petit que l'*A genistæ*.

Tous les *Apions* que j'ai trouvés dans les gousses étaient morts ; je dois en conclure qu'ils n'ont pas pu percer l'enveloppe très-coriace du fruit, et cela se comprend lorsqu'on considère combien sont peu puissantes les mandibules des *Apions*. Il faut donc, pour que l'insecte ne soit pas condamné à périr, que sa transformation coïncide avec la déhiscence des gousses, car si cette déhiscence avait lieu trop tôt, la larve tomberait à terre et y mourrait ; si elle se faisait trop tard, l'insecte périrait comme j'en ai eu de si nombreux exemples, les gousses privées de l'influence du soleil, ne s'étant pas ouvertes dans la boîte. Une seule était entr'ouverte, et c'est de celle-là qu'est sorti l'*Apion* que j'avais remarqué vivant.

Les *Apions* naissent donc et sont mis en liberté en juillet ; que deviennent-ils jusqu'au printemps de l'année suivante ? c'est une question qui pourrait être faite pour beaucoup d'autres insectes, et qui n'est pas facile à résoudre.

Cneorhinus limbatus Fab. Très-commun, dans toute la Lande, sur la bruyère cendrée. On le trouve toute l'année, mais il n'est abondant qu'au printemps.

C. faber Herbst. Avec le précédent.

C. albicans Dej. Dans les dunes et sur les plages maritimes, principalement sous les touffes du *convolvulus solda-*

nella L. sa couleur varie ; il est tantôt brun, tantôt uniformément blanchâtre, tantôt tout moucheté de blanc sur un fond cendré clair.

Brachyderes lusitanicus Fab. Les bois de la Lande sur les jeunes pins, et surtout sur les chênes tauzins.

Sitones lineellus Gyll. Ichoux, sur le genêt à balais.

Hylobius pinastri Gyll. Sanguinet, sur les feuilles des jeunes pins. Le *H. abietis* Fab. est commun dans le département.

Coniatus chrysochlora Lucas. La Teste, sur le *tamarix gallica* L. où il est excessivement commun. M. Lucas a récemment publié cette espèce, que je considérais comme nouvelle, sur des individus pris en Algérie près de Philippeville.

Otiorhynchus rugosus Humm. Sur des menthes, le long du ruisseau des forges d'Ichoux.

Pissodes notatus Fab. Sanguinet, sur les feuilles des jeunes pins. Sa larve, déjà connue, vit sous l'écorce du pin.

Thamnophilus carbonarius Meg. Sur les feuilles des pins. Sa larve vit dans la moëlle des jeunes branches de cet arbre.

Hydronomus alismatis Gyll. Sanguinet, sur les plantes aquatiques.

Balaninus glandium Marsh. Sanguinet, sur les chênes. Je recueille ici, tant que j'en veux, des larves de cet insecte, en ramassant les premiers glands qui tombent et qui sont presque tous attaqués. Si on dépose ces glands dans un pot-à-fleurs ou une caisse pleine de terre, les larves s'y enfoncent, et au mois de juillet de l'année suivante on obtient des insectes parfaits. Il faut avoir soin de laisser le pot en plein air ; la terre s'humecte lorsqu'il pleut, et les larves se conservent.

Tychius Sparsutus Oliv. Commun sur le genêt à balais.

T. Schneideri Herbst. ; *T. sorex* Sch. Sanguinet, les lieux arides sur les herbes.

T. asperatus Dej. La larve de cet insecte vit dans les capsules de l'*helianthemum guttatum* sur lequel on trouve abondament l'insecte parfait, de juin en septembre. La mère perce la capsule avec sa trompe et y introduit un œuf. La larve qui naît de cet œuf dévore la graine d'abord fort tendre, et qui devient de plus en plus substantielle, à mesure que la larve grossit. Lorsque celle-ci a atteint toute sa croissance, la capsule est sèche, ses valves s'ouvrent, et la larve se laisse tomber à terre où elle s'enfonce pour se transformer.

Micronyx variegatus Dej. Sanguinet, en fauchant dans les bois.

Phytobius velatus Germ.; *P. 4—dentatus* Sch. Sanguinet, au bord des mares et dans les lieux très-humides. Ils s'enfoncent dans le sable d'où la pression les fait sortir.

Orchestes crinitus Chevr. Partout, sur les feuilles du tauzin.

O. iota Fab. Sanguinet, commun sur le *myrica gale* L.

O. stigma Germ. Sanguinet, bord des eaux, sur les saules.

Les larves des *Orchestes*, dont deux espèces ont été décrites et figurées, l'une par de Géer, l'autre par Ratzeburg, sont de celles que Réaumur appelait *chenilles mineuses des feuilles*. Celles des espèces que je viens de citer vivent, en effet, dans la parenchyme des feuilles des arbres ou arbrisseaux qu'affectionnent les insectes parfaits. Ces larves se transforment dans la feuille même, au sein d'une boursouflure qui s'y produit. Avant de passer à l'état de nymphe, elles s'enveloppent d'une coque soyeuse d'un tissu lâche. La filière qui produit cette coque se trouve à l'extrémité postérieure du corps. Cette particularité assez bizarre n'a été, je crois, signalée nulle part.

Lyprus cylindrus Gyll. J'ignore où je l'ai pris.

Baris analis Oliv. Sanguinet, en fauchant dans la prairie du presbytère.

Ceutorhynchus ericæ Gyll. Très-commun dans toute la Lande, sur la bruyère.

C. geranii Payk. Sanguinet, sur le *geranium molle* L.

C. cyannipennis Illig. Dans la Lande, sur la bruyère.

C. ferrugatus Mihi. Je crois devoir considérer comme nouveau cet insecte que je n'ai point trouvé décrit et qui était inconnu de vous, de M. Aubé, de M. Germar, etc.

La première fois que je le pris, je me persuadai que c'était une variété du *C. ericæ* Gyll., mais, en l'observant de près, je reconnus bientôt mon erreur, car il n'a pas, comme ce dernier, les intervalles des élytres submuriqués et les cuisses mutiques; il est d'ailleurs sensiblement plus velu et ressemble, sous ce rapport, au *C. troglodytes* Fab. dont il diffère, du reste, sur plusieurs points. Voici sa description :

Long. 1 1/2 à 2 milim., bec long, assez grêle, peu arqué, testacé avec l'extrémité noirâtre, et, sur les côtés, une petite strie qui part de la base et n'atteint pas le milieu; antennes testacées, un peu plus foncées à l'extrémité qu'à la base; tête ferrugineuse avec des écailles blanchâtres sur le front, autour des yeux et sur une ligne jusqu'au vertex; thorax assez fortement ponctué, ferrugineux, couvert sur les côtés et au dessous de squamules oblongues, blanches, muni de chaque côté d'un tubercule conique près du bord postérieur, creusé au milieu d'un sillon recouvert d'écailles blanches; bord antérieur entier et légérement réfléchi. Elytres d'un ferrugineux moins foncé que le thorax, hérissées de petites soies blanches, raides inclinées, en arrière, plus nombreuses et plus longues postérieurement; stries ponctuées et presque crénelées; intervalles presque rugueux; suture couverte de squamules blanches, arrondies et imbriquées depuis la base jusqu'au tiers de sa longueur; dessous du corps d'un brun ferrugineux, tout couvert de squamules blanches, plus rapprochées sur la poitrine que sur l'abdomen, presque rondes, sauf près de l'angle huméral où elles sont oblongues; pattes entièrement testacées, parsemées de petites squamules blanches, piliformes; cuisses peu fortement dentées.

Il est très-commun, de mai à septembre, sur la bruyère à balais.

Gymnœtron villosulus Sch. Sanguinet, les lieux frais.

Gymnœtron spilotus Germ. Sanguinet, en fauchant.

G. verbasci Rossi. sur les *verbascum*.

G. beccabungæ Fab. Sanguinet, dans une prairie humide.

G. stimulosus Germ. Avec le précédent; assez commun.

Nanodes siculus Sch. Dans toute la Lande, sur la bruyère. Plus commun au printemps.

Cossonus linearis Fab. Sanguinet, pris au vol.

Rhyncolus crassirostris Meg. Très-commun dans les souches de pin, où vit sa larve.

Dryophthorus lymexylon Fab. Dans les souches de pin et de chêne, où vit sa larve.

Hylastes ater Fab. Dans les souches et les tronçons de pin mort, où se développe sa larve.

Hylurgus ligniperda Fab. avec le précédent.

Dendroctonus piniperda Fab. Sous l'écorce des pins morts, dès le premier printemps.

D. minor Hartig. Avec le précédent auquel il ressemble beaucoup.

Sa femelle pratique, pour pondre ses œufs, des galeries transversales, qui font quelquefois tout le tour du pin, tandis que celle du *piniperda* les fait longitudinales.

Hylesinus betulæ Chevr. Dans les tiges mortes de l'ajonc et du genêt à balais, où vit sa larve.

Eccoptogaster rugulosus Knoch. Sous l'écorce de tous les arbres fruitiers morts ou mourants.

Bostrichus typographus L.

B. laricis Fab.; *B. bidens* Fab.; *B. curygraphus* Er.;

B. (Crypturgus Er.); *B.pusillus* Gyll. Ces insectes se trouvent à l'état parfait et vivent à l'état de larve sous l'écorce des pins morts, sauf l'*eurygraphus* qui s'enfonce profondément dans le bois. Il est aux bostriches du pin, ce que le *C. mographus* F. et le *Platypus cylindrus* F. sont à ceux du chêne.

Cis cornutus Gyll. Vit dans le *bonetus pini*.

Corticaria pubescens Illig.; *C. melanophthlama* Manh.; *C. gibbosa* Herbst.; *C. serrata* Payk.; *C. elongata* Schup; *Latridius minutus* L. J'ai pris ces six espèces en secouant les pailles des toits des bergeries.

Monotoma picipes Payk. Sanguinet, au vol, dans les fumiers.

Rizophagus depressus Fab.; *Colydium ruficorne* Oliv. Ces deux insectes vivent ainsi que leurs larves sous l'écorce des pins morts.

Lœmophlœus ater Villa. Soûs l'écorce des tiges mortes de l'ajonc et du genêt.

L. testaceus Fab.; *L. binoculatus* Payk. Sanguinet, sous l'écorce de bûches de chêne.

Spondylis buprestoides Fab. On le prend au vol à l'entrée de la nuit, surtout près des tas de bois de pins. Sa larve, figurée par Ratzeburg, vit dans cet arbre.

Ergates faber Fab. Un individu mort près de l'étang de Cazaux. Sa larve est très-commune dans les souches de pin.

Hammaticherus (Cerambix Serv.) *miles* Bon. Ichoux, contre un chêne. Nous avons aussi dans le département le *H. velutinus* Dej.

Callidium (Phymatodes Muls.); *thoracium* Dej. Ichoux, dans le salon de M. Larreillet, maître de forges. J'ai presque toujours trouvé cet insecte dans les maisons; il est probable que sa larve vit dans les bois de construction.

Criocephalum rusticum Fab. Un individu au vol, à Garein.

On trouve assez abondamment la larve dans les souches de pin.

Clytus trifasciatus Fab. Un individu, dans les dunes, sur une plante.

C. ornatus Fab. assez commun sur les fleurs de carotte.

Gracilia pygmæa Fab. Ichoux, sur un pieu. Nous avons aussi dans le département le *G. (Lepdipea* Muls.*) brevipennis* Dej. dont j'ai pris plus de mille dans de vieux mannequins d'osier. C'est là que vit sa larve, et aux mois de juin et de juillet, en laissant tomber ces mannequins à terre, on en détache en grand nombre les deux espèces de *Gracilia*.

Astynomus ædilis Fab. (*Ædilis montana* Serv.). Sanguinet, sur le tronc d'un pin. C'est dans cet arbre mort que vit sa larve, ainsi que celles de l'*A. griseus* Fab. et du *Monohammus gallo-provincialis* Oliv. que nous n'avons pas trouvés dans cette excursion.

Exocentrus adspersus Rey *in* Muls. Sanguinet. Sa larve vit dans les pieux de chataignier, dans l'aubépine, etc.

Pogonocherus pilosus Fab. Sa larve est très-commune dans les tiges mortes du lierre.

Phagium indagator Fab. Sur un tronçon de pin. Sa larve est commune sous l'écorce des pins morts.

Leptura rubro-testacea Ill. Sanguinet. Sa larve vit dans les souches de pin.

Donacia bidens Sturm. ; *D. crassipes* Fab. Sanguinet, sur les feuilles du nénuphar, avec les *D. lemnæ linearis* et *simplex*.

Lema flavipes Meg. Sa larve vit sur les feuilles jeunes encore du *panicum italicum* L. cultivé en grand dans toute la partie sablonneuse du département. C'est aussi sur cette plante qu'on trouve communément l'insecte parfait.

Hispa aptera Bon. Sanguinet, dans les prairies, avec la *H. atræ* Fab.

Cassida pulchella Sturm. Nous avons pris abondamment cet insecte à la Teste, près du bassin, sur la *salsola kali* L. Sa larve était aussi très-commune sur cette plante; elle est épineuse comme ses congénères connues, et son corps est terminé par deux longs appendices repliés en avant par dessus le corps qui se trouve ombragé par les excréments qu'ils supportent.

Monolepta terrestris Dej. Sanguinet, prairies humides. Elle est commune à Mont-de-Marsan, au printemps et à la fin de l'été.

Crepidodera lineata Rossi. Commune dans la Lande, sur la bruyère à balais, où l'on trouve sa larve au printemps.

Teinodactyla holsatica Fab. Sanguinet, en fauchant au bord des mares.

T. lurida Gyll. Dans les laites des dunes.

Phyllotreta flexuosa Ent. Hefte. Avec la précédente.

Plectroscelis viridissima Dej.; *P. eumolpus* Dej. L'une et l'autre dans les prairies humides.

Timarcha rugulosa Dej. Sanguinet et les dunes, sur les pelouses.

Chrysomela dichroa Hoffm. Bord des fossés humides, principalement sur les menthes.

Gastrophysa raphani Fab. Jardin du presbytère de Sanguinet. Elle est parfois très-abondante sur l'oseille des jardins qui sert de nourriture à sa larve.

Labidostomis longimana Fab. La Teste, sur les herbes.

Cryptocephalus 8—*guttatus*; *C.* 4—*punctatus* Oliv. Sur les drageons du tauzin.

C. bipustulatus Fab. Dans la Lande, sur la bruyère.

C. cyaneus Dej. Commun dans la prairie du presbytère de Sanguinet.

C. minutus Fab. Lieux arides de la Lande. Il varie.

C. Cephalotes Dej. En secouant le chaume des toits des bergeries.

Clypeaster pusillus Gyll. ; *C. cassidoides* Hoffm. Dans les végétaux en décomposition.

Orthoperus piceus Steph. Avec le *Cyrtocephalus*.

Coccinella 11—*punctata* Fab. Sanguinet, sur les jeunes pins.

C. (*Mysia* Muls.) *oblongo—guttata* L. Avec la précédente.

Hyperaspis marginella Fab. Dans les lieux arides, en fauchant.

Epilachna 11—*maculata* Fab. Sur la bryone. Sa larve vit des feuilles de cette plante.

Euplectus signatus Reich. Sanguinet, pris au vol près d'un tas de bois.

Bryaxis hæmatica Reich. En fauchant dans les lieux humides.

ORTHOPTÈRES.

Forficesila gigantea Latr. Plages maritimes, sous les fucus. Leur couleur est beaucoup plus pâle que celle des individus que l'on trouve dans l'intérieur des terres.

Gryllotalpa vulgaris Lat. Je ne signale cet insecte commun, appelé *Barre* par nos paysans qu'à cause des ravages considérables qu'il exerce dans la partie sablonneuse du département, où il est devenu un véritable fléau pour l'agriculture. Il fait le désespoir de nos jardiniers, et j'ai vu des champs entiers, ensemencés jusqu'à trois fois en millet ou en maïs, mis à nu chaque fois par les innombrables légions de ce laboureur souterrain, dont aucun moyen connu ne peut nous débarrasser.

Tridactylus variegatus LATR. Bord des ruisseaux, sur le sable. Il saute avec la plus grande agilité.

Nemobius lineolatus BR. Bord des mares.

Phaneroptera lilifolia FAB. Sur les buissons; plus commun en août avec le *Conocephalus mandibularis* SERV.

Barbitistes punctatissima BOSC. Dans les prairies humides.

Xiphidion fuscum FAB. Avec le précédent.

Decticus intermedius RAMB. A Commensacq.

Acridium Giornæ ROSSI. Sanguinet, au bord des champs.

Calliptamus italicus SERV. Dans la Lande; commun.

OEdipoda flava L. Dans la Lande.

OEd. stridula L. Dans la Lande. Il produit, quand il s'envole, un bruit de crécelle très-remarquable.

OE. cœrulans L. Les lieux secs de la Lande.

OE. migratoria L. Commun dans la Lande. C'est celui dont le vol est le plus soutenu. Malgré sa taille, qui atteint souvent six centimètres, il devient parfois victime de la *Mantis religiosa* L. très-commune dans la Lande, en septembre et octobre.

OE. bisignata TOUSS. Dans les prairies humides.

OE. thalassina FAB. Les lieux secs.

OE. insubrica SCOP. Avec le précédent.

NÉVROPTÈRES.

Libellula olympia FONSC.; *L. ferruginea* VANDER l. *L. hybrida* RAMB. Les trois, à Sanguinet, au bord des eaux.

Cordulia Curtisii DAL.; *Gomphus zebratus* RAMB.; *G. pulchellus* SELYS. Sur les buissons et les jeunes pins.

Cordulegaster lunulatus Charp. Sanguinet, sur les buissons.

Lestes barbara Fab. Bord des eaux.

Agrion najas Hans; *A. pulchellum* Vanderl. *A. hastulatum* Chap. Bord des eaux.

Termes lucifugus Rossi. Il niche dans les vieilles souches de pin où on le trouve quelquefois par milliers.

Panorpa germanica L. Commensacq, dans les lieux ombragés.

Acanthaclisis occitanica Vill. Dans les dunes.

Myrmeleon innotatus Ramb.; *M. distinguendus* Ramb. Dans les bois, sur le tauzin.

M. flavicornis Rossi. Dans la Lande, où il ne paraît pas très-rare.

Mucropalpus lutescens Fab. Dans les bois.

Hemerobius chrysops L. Sur le tauzin.

Leptomeres albella Ramb. Sanguinet, les lieux frais.

Nemura pygmæa Ramb. Dans les bois.

Limnephila aspersa Ramb.; *L. lunaris* Pict.; *L. submaculata* Ramb. *Hydropsyche aspersa* Ramb. Bords de l'étang de Cazaux.

HYMÉNOPTÈRES.

Oryssus coronatus Latr. J'ai pris trois individus de ce bel insecte sur le tronc d'un chêne mort et dépouillé de son écorce.

Dolerus germanicus Jur. Dans la Lande.

Chalcis Dargelasii Latr.; *C. armata* Panz. Dans les lieux arides, en fauchant.

Cyrtosoma papaveris Perris. En fauchant. J'ai publié l'his-

toire de cet insecte qui transforme le fruit du *Papaver dubium* L. en une sorte de galle dans laquelle vit sa larve.

Ceraphron cornutus. Jur. Dans la Lande.

Parnopes carnea Fab. Au vol, dans les lieux arides, où nichent les *Bembex*, dont il est le parasite.

Chrysis austriaca Fab. Sanguinet, sur des pieux.

Cleptes semiaurata L. Sanguinet, les lieux ombragés.

Fœnus jaculator Fab. Sanguinet, sur les fleurs des carottes.

Peltastes sugillatorius Grav. Dans la Lande, en fauchant.

Acœnites arator Grav.; *A. nigripennis* Grav. Ces deux espèces se trouvent sur le genêt à balais.

Sphex albisecta Fab.; *S. atratata* St-Farg.; *Ammophila hirsuta* Scop.; *Pompilus meridianus* St-Farg. *Anoplius petiolatus* Vanderl. *Palarus flavipes* Latr. Tous ces insectes sur le sable, dans les lieux arides.

Tachytes obsoleta Vanderl. Sur les fleurs de porreau, dans le jardin du presbytère.

T. Tarsina. St-Farg. Sur le sable.

Nysson Dufourii St-Farg. Sur les fleurs de carrottes.

Oxybellus bellicosus Oliv.; *O. eburneus* Duf. Avec le précédent.

Pison ater Spin. Autour des maisons et des bergeries, où il pratique des trous dans les chevrons et les sablières pour y pondre ses œufs.

Psen equestris Latr. Sur les fleurs de carottes.

Bembex rostrata L.; *B. bidentata* Vanderl. *B. tarsata* Latr.; *B. repanda* Fab.; Sur les sables, où ils creusent leurs nids. Le *B. bidentata* fait une chasse acharnée aux taons, dont il approvisionne ses larves. Il bourdonne et plane autour des personnes et des animaux pour se procurer sa proie. Je l'ai vu plusieurs fois fondre sur moi et s'emparer d'un taon

qui s'était posé sur mes habits. C'est au moment où il plane qu'il est facile de le prendre au filet.

B. olivacea Rossi. Plages maritimes sur *l'eryngium maritimum* L.

Styzus tridens Fab. Sur les sables. Nous avons aussi le *Styzus nigricornis* F. et le *S. Perrisii* Duf.

Scolia hœmorrhoidalis Fab. Un individu sur les porreaux à Sanguinet. Commun à Mont-de-Marsan, où l'on trouve aussi les *S. bicincta* F. *serotina* Duf. et *4—punctata* Fab.

Colpa interrupta Fab. Sur les porreaux.

Meria tripunctata Lat. Sur les sables.

Plesia geniculata Br. En fauchant dans les les lieux arides, sur les *helianthemum*.

Mutilla pedemontana Fab. Je n'ai trouvé décrit jusqu'ici que le mâle de cette espèce, et Latreille soupçonnait que la femelle était la *M. maura* L. Cette supposition n'est point fondée; voici, en effet, la description de la femelle :

Long. environ 10 millim. Antennes d'un noir un peu ferrugineux, extrémité du 1er article et tout le 2e rougeâtres ; tête noire avec le front couvert de poil ferrugineux et couchés ; thorax rouge, chagriné et velu ; abdomen noir ; le 1er segment glabre en-dessus, sauf à la base, ponctué avec le bord postérieur, lisse et très-luisant ; les autres segments velus et comme veloutés ; un point blanc sur le dos du 2e et bord de celui-ci, ainsi que du 3e revêtu de poils d'un blanc soyeux. En dessous, l'abdomen est ponctué et la bordure de poils existe, mais moins large qu'en dessus, sur les 2e, 3e et 4e segments ; poils de l'abdomen bruns, blanchâtres et ferrugineux, ceux de l'anus de cette dernière couleur ; cuisses et tibias d'un noir luisant et un peu rougeâtres ; tarses et leurs épines rougeâtres.

Se trouve sur les sables arides.

M. maura Fab. Avec la précédente. Le mâle de cette espèce ne peut être que la *M. europæa* Panz.

M. Rufipes Fabr. Avec les précédentes. Je n'hésite pas à croire que le mâle est la *M. ephippium* Fabr.

Je n'affirme rien, cependant, pour ces deux espèces, dont je n'ai pas vu les deux sexes accouplés comme pour la *pedemontana*.

Les mâles des *Mutilles*, outre qu'ils ont des ailes, sont sensiblement plus grands que leurs femelles. Je ne connais guère, dans la classe des insectes, que les *Anthidium* qui présentent cette particularité.

Formica pubescens Fab. Très commune dans les vieilles souches de pin.

Eumenes olivieri St-Farg. ; *E. infundibuliformis* Oliv. Sur les porreaux.

Odynerus bispinosus St-Farg. Les lieux secs.

Alastor atropos St-Farg, Sur diverses fleurs, et notamment sur celles de l'asperge.

Colletes fodiens Kirby. Dans les bois, sur les sentiers et sur la bruyère.

Andrena collaris St-Farg. Sur les porreaux.

Dasypoda spissipes St-Farg. Sur les chicoracées. Nous trouvons communément la *D. plumipes*, au mois d'août, sur les scabieuses.

Sphecodes Latreillii Vesm. Sur les porreaux et sur les sables.

Epeolus variegatus Panz. Le long des tertres où nichent des *fouisseurs* dont il est le parasite, ainsi que le précédent.

Ammobates bicolor St-Farg. et Serv. Dans les mêmes conditions que le précédent.

Cœlioxys 8—*dentata* Duf. ; *C. acanthura* Illig. Avec les précédents. Parasites comme eux.

Megachile argentata Latr. ; *M. Dufourii* St-Farg. Sur diverses fleurs, et notamment sur les *lotus*.

Osmia Spinolæ St-Farg. Sur les fleurs de la vipérine, à Commensacq.

O. marginella St-Farg. Sanguinet, sur la sauge officinale.

Ceratina callosa Fab. ; *C. cærulea* Latr. Sur les composées. Quoique nous ayons prouvé jusqu'à l'évidence, mon savant ami M. Léon Dufour et moi, dans un mémoire sur les insectes qui nichent dans la ronce, que les Ceratines sont des hyménoptères récoltants, et qu'elles fabriquent du miel pour leurs larves, M. Lepelletier de Saint-Fargeau, dans l'histoire naturelle des Hyménoptères, s'est obstiné à les considérer comme parasites. Je proteste ici formellement contre cette injurieuse et calomnieuse qualification dont les Ceratines, qui ont bien le droit de s'en formaliser, m'ont chargé cent fois, en travaillant devant moi, de détruire les suites compromettantes.

Prosopis bifasciata Jur. Sur les porreaux.

Anthophora nidulans Fab. Sur les chardons.

A. pubescens Fab. Dans des jardins, sur la lavande.

HEMIPTÈRES.

Podops inunctus Fab. ; *Odontoscelis fuliginosa* L. ; *Sehirus picipes* Fall. Les lieux secs, peuplés d'*helianthemum*.

Aulacetrus pini Mihi. Sanguinet, sur les feuilles des pins. Rare.

Pentatoma helianthemi Duf. ; *Elia inflexa* Wolff. Lieux secs, sur les *helianthemum*.

Stenocephalus neglectus Heer. Les dunes sur le *calamagrostis arenaria*.

Mycrelytra fossularum Fab. En fauchant.

Neides annulata Burm. Les lieux sec, notamment sur l'*ononis spinosa*.

Chorosoma arundinis Curt. Sanguinet, sur les *festuca*.

Rhyparochromus arenarius Hahn. *R. varius* Wolff. Sur les sables.

R. betenia Am. Sous l'écorce des pins.

R. hyodocrotus Am. Sous les détritus de plantes.

Pterotmetus staphyliniformis Schill. Avec le précédent.

Phytocoris unicolor Hahn. Sur le genêt à balais.

P. Paykulii Fall. ; *P. annulatus* Wolff. Sur *l'ononis*.

P. chlorizans Mey. Sur les tauzins.

P. filicis. L. Sur les fougères.

P. luteicollis Panz. Sur les tauzins.

Hebrus pusillus Fall. Bord des mares, sur le sable très-humide.

Tingis strichnocera Fieb. ; *T. gracilis* Heer. *T. convergens* Burm. Sanguinet, les lieux secs, en fauchant.

T. pusilla Fall, Sous les détritus.

Serenthia læta Fall. Prairie humide du presbytère.

Anomaloptera helianthemi Perris. Lieux secs de la Lande, sur l'*helianthemum guttatum*.

Xylocoris ater Duf. ; *X. rufipennis* Duf. Sous l'écorce du pin.

Acanthia pallipes Fab. La Teste, au pré salé.

Reduvius annulatus L. cruentus Fab. ; *R. griseus* Rossi. *Egyptius* Fab. Les lieux arides.

Plœaria vagabunda L. Commun dans les chaumes des toits des bergeries.

Velia currens Fab. A Commensacq.

Microvelia pygmœa Duf. Avec la précédente.

Pelogonus marginatus Latr. Bords de l'étang de Cazaux.

Corixa hallensii SAHLB. ; *C. hieroglyphica* DUF. Mares, près de l'étang.

Cicada orni L. Par milliers dans les bois de pin, où elles forment un concert assourdissant.

C. æstuans FAB. Dans la lande et dans les bois ; mais jamais sur les grands arbres, comme la précédente.

Delphax limbata FAB. Les lieux secs.

D. dubia PANZ. Bord des mares.

D. pteridis GÉNÉ. Sur la fougère.

Ulopa obtecta FALL. Sur la bruyère, en fauchant.

Eupelix cuspidata FAB. Dans les lieux humides et découverts, à Sanguinet.

Acocephalus bifasciatus L. ; *A. vittatus* FAB. ; *Bythascopus venosus* GERM. Les lieux secs.

Livia juncorum LATR. Dans les marais sur le *juncus supinus* où sa larve produit une altération qui a fait ajouter mal à propos à cette espèce une variété sous le nom de *viviparus*.

DIPTÈRES.

Culex nemorosus MEIG. Sanguinet. Les cousins sont très-communs à Sanguinet, à cause des mares et des marais qui l'environnent. Nous en avons été très-incommodés pendant la nuit.

Mycetophila analis MEIG. Sanguinet.

Pangonia marginata FAB. Un individu à Garein. Assez commun au mois d'août, sur les scabieuses.

Tabanus spodopterus MEIG. Dans les maisons.

Odontomyia hydropota MEIG. Commune dans les dunes, sur la *sagina maritima*.

Laphria fulvicrus Duf. Un individu à Salles, sur une souche de chêne.

Dasypogon punctatus Meig. Dans la lande.

D. hirtellus Fall. ; *D. albibarbis* Macq.; *Asilus fimbriatus* Meig. Les lieux arides.

Drapetis brunnipes Macq. Lieux humides.

Usia ænea Lat. Les lieux secs, sur l'*asperula cynanchica* L.

Anthrax circumdata Hoffm. ; *A. fenestrata* Fall. Dans la lande et les bois.

Aphrozeta (*gen. nov.*) Mihi. Un jour que la brise de mer agitait un peu l'étang de Cazaux et que les vagues formaient sur les bords des bourrelets d'écume, j'aperçus, jouant et se promenant sur cette écume, de nombreux diptères de la famille des Dolichopodes, et j'en fis une petite provision. Je les étudiai à mon retour, et rien, ni dans le texte ni dans les planches des ouvrages de Meigen, Macquart, etc., ne me parût se rapporter, même de loin, aux insectes que j'avais sous les yeux, et qui constituent évidemment un genre bien différent de tous ceux qui, dans les auteurs consultés, forment ladite famille. Je me décide donc à publier ici les deux espèces que j'ai recueillies et à les classer à la suite des *Medeterus*, dans un genre nouveau, sous le nom d'*Aphrozeta*, (αφρος écume, Ζητεω je recherche), en considération de leurs habitudes. Voici les caractères de ce genre :

Trompe médiocrement épaisse et saillante ; troisième article des antennes orbiculaire, avec une petite échancrure bien visible au sommet, qui semble, par suite, bidenté ; style dorsal, bi-articulé et nu ; face large dans les femelles, un peu moins dans les mâles, à cause d'une dilatation interne des yeux, vis-à-vis les antennes ; yeux très-finement velus ; épistome un peu bombé et séparé du front par une petite crête transversale plus visible dans les femelles que dans les mâles, et dont les deux extrémités sont munies d'un tout petit mamelon ; balanciers très-longs ; pieds très-longs et très-grêles,

pubescens et parsemés, sur les cuisses et les jambes, de petites soies ; face intérieure des cuisses et des tibias antérieurs hérissée de cils spiniformes qui en font, sans doute, des organes ravisseurs ; appendices de l'armure copulatrice des mâles courts, aplatis et linéaires ; ailes deux fois plus longues que l'abdomen ; nervure externo-médiaire presque droite, mais cependant très-légèrement fléchie à la nervure transversale et un peu au-delà.

Asphrozeta semiglauca Mihi. Long. 4 millim. face gris de perle, vertex noirâtre, antennes noires ; thorax cuivré ou d'un brun violacé en dessus, les côtés et quelquefois le tour de l'écusson gris de perle ; abdomen d'un vert doré en dessus, quelquefois terni par une nuance glauque, côtés et ventre gris de perle ; trois petits points noirs rapprochés en ligne droite sur les côtés des 2e 3e et 4e segments ; balanciers d'un jaune pâle ; pieds verdâtres, gris de perle en dessous ; ailes incolores, nervures noires.

A. cinerea Mihi. Long 3 à 4 millim. Face blanche, antennes noires ; thorax cendré en dessus, avec deux lignes dorsales, rapprochées et brunâtres, d'un cendré clair sur les côtés ; abdomen d'un cendré verdâtre en dessus, d'un cendré clair sur les côtés et en dessous ; de petits points noirs latéraux, comme dans le précédent ; balanciers d'un blanc jaunâtre ; pieds d'un vert glauque en dessus, glauques en dessous ; ailes un peu fuligineuses, avec toutes les nervures très-légèrement bordées de brunâtre.

Aphritis apiformis Macq. Dans la prairie humide du presbytère, en fauchant.

Sericomyia borealis Meig. Sanguinet, dans un bois un peu marécageux, près de l'étang, sur les fleurs de bruyère.

Rhingia muscaria Fab. Prairie du presbytère de Sanguinet.

Pelecocera tricincta Hoff. Commun sur les feuilles des jeunes pins.

Milesia crabroniformis Latr. Commensacq, sur une haie.

Sphœrophoria tœniata Macq. Dans la prairie du presby-

tère. La larve de ce diptère vit peut-être dans la terre humide; j'ai trouvé assez communément sa coque collée aux feuilles des graminées ; cette coque est pyriforme et d'un assez beau noir.

Cheilosia ruficornis Macq. Sur les fleurs de renoncules.

Ascia lanceolata Meig. Sanguinet, en fauchant.

Cephalemyia ovis Clarck. A Lipostey, sur les parois d'une bergerie.

Echinomyia grossa Dum. Sanguinet, sur les fleurs.

Gonia maritima Mihi. Je considère cette espèce comme nouvelle, et voici son signalement :

Long. 12 à 13 millim. Tête très-grosse et comme ballonnée, blanche, à reflets soyeux, un peu brunâtres au vertex, bande frontale d'un jaune pâle, se bifurquant au-dessous des ocelles; 1er article des antennes brun, 2e ferrugineux, 3e noir à base ferrugineuse ; style noir ; palpes jaunes, trompe brunâtre ; thorax noirs à reflets cendrés en dessus ; une bande ferrugineuse plus ou moins apparente de l'angle huméral à la base de l'écusson : celui-ci d'un testacé obscur et livide, et au-dessus tache carrée ou en parallélogramme transversal d'un ferrugineux terne ; abdomen ferrugineux, avec une bande dorsale ; le dernier segment et les deux tiers postérieurs du précédent noirs ; une ceinture d'un blanc soyeux à la base des segments ; cuillerons blancs ; ailes jaunâtres à à la base ; pieds noirs.

Dans les dunes, sur le sable et sur les fleurs.

Dinera cinerea Macq. Dans la Lande, sur les fleurs de bruyère.

Sarcophaga clathrata Meig. Sanguinet.

Idia fasciata Meig. Sur les fleurs de carottes.

Rhynchomyia ruficeps Macq. Dans la Lande, sur les bruyères.

R. columbina Macq. Avec la précédente.

Calliphora rufipalpis Macq. La Teste.

Lispe 4—lineata Macq. Bords de l'étang de Cazaux.

L. tarsalis Rob-D. Avec la précédente.

Hylemyia coarctata Meig. Sanguinet.

H. hortensis Rob-D. Sanguinet.

Cœnosia perpusilla Meig. Sanguinet.

Sepedon sphegeus Fall. Les marais.

Helomyza gibba Perris. Les lieux ombragés.

Terellia eryngii Duf. Plages maritimes, sur l'*eryngium maritimum* L.

Tephritis Wiedemannii Meig. Sanguinet.

Acinia terminata Meig. Sur les fleurs des cynarocéphalées

Ochthera mantis Latr. Sur le bord de l'étang de Cazaux.

Hydrellia apicalis Mihi. Espèce non décrite et dont voic les caractères :

Long. 3 millim. Tout le corps d'un vert bronzé, ou simplement bronzé, et même, le plus souvent, l'abdomen un peu cuivreux ; antennes fauves, ainsi que les tibias et les tarses intermédiaires et postérieures ; tibias et tarses antérieurs ordinairement noirâtres, avec les genoux fauves ; quelquefois les tibias d'un fauve un peu terne avec le milieu brun ; toutes les cuisses noires ; ailes un peu jaunâtres avec la pointe brune. Voisine de l'*H. compta* Meig. dont elle ne diffère guère que par la tache apicale des ailes.

Dans les chaumes des toits des bergeries.

H. maritima Mihi. Encore une espèce nouvelle ainsi caractérisée :

Long. 3 millim. Tout le corps d'un noir luisant et comme métallique ; antennes d'un fauve brunâtre ; pattes fauves, sauf les tibias postérieurs, qui sont brunâtres au milieu ; quelquefois un peu de brunâtre sur les cuisses ; ailes hyalines ; à la base une tache noire triangulaire, n'embrassant pas la cellule costale et ne dépassant pas la nervure anale, éclairée au milieu par une ligne transversale hyaline qui se réduit

souvent à un point ; vers le milieu, à partir de l'extrémité de la cellule marginale jusqu'à la nervure anale, une bande noire transversale et un peu sinueuse, plus claire dans la traversée de la 1re cellule postérieure ; un point noir à l'extrémité, sur la nervure externo-médiaire. A ne voir que les ailes on la prendrait pour une *Herina*, mais les soies dorsales du style des antennes, la forme de celles-ci, la pointe au bord extérieur des ailes, tout enfin la reporte dans le genre *Hydrellia*.

Le pré salé à la Teste, en fauchant.

Ephydra 4-guttata MEIG. Commune à Sanguinet.

Limosina arcuata MACQ. Sanguinet.

Leucopis griseola MEIG. Sur les jeunes pins. Sa larve se nourrit des pucerons du pin.

Meromyza pratorum MEIG. Dans les prairies.

Chlorops rufa MACQ. ; *Oscinis obliqua* MACQ ; *O. pusilla* MEIG. Sanguinet.

Agromiza M-atrum MEIG. Sanguinet. La femelle pond ses œufs sur les jeunes pousses du genêt à balais. Ces œufs déterminent la formation de petites galles dans lesquelles vivent les larves. Il n'y en a qu'une pour chaque galle, et comme le diptère serait incapable de percer celle-ci, la larve a soin avant de se transformer, de pratiquer une petite galerie de sortie, en respectant seulement l'épiderme qui se déchirera sous le moindre effort de l'insecte.

Phora pusilla MEIG. Sous les détritus.

Je ne signale pas de lépidoptères parce que nous n'en avons pas trouvé ou même vu un seul qui mérite d'être mentionné.

25 mai 1848.

PLANTES.

Ranunculus lingua L. Sanguinet, dans un marais derrière l'église, sur le bord du chemin de la Teste.

Nymphœa alba L. Sanguinet, canal de l'étang.

Nuphar luteum Smith. Avec le précédent.

Glaucium luteum Scop. Bords du bassin d'Arcachon.

Sinapis cheiranthus Koch.; *Var. cheiranthiflora* D. C. Sanguinet, bord des champs.

Cochlearia danica L.; *C. anglica* L. La Teste, bords du Pré salé, dans les haies de *tamarix*. Les échantillons étaient un peu surannés, car ces deux plantes sont printanières.

Teesdalia nudicaulis R. Br. Le bord des champs et des bois.

Cakile maritima Scop. Tout le littoral, sur la plage maritime et les dunes les plus voisines de la mer.

Cistus salvifolius L. Première dune au delà de l'étang de Cazaux, près la cabane de la *Truque*.

Helianthemum guttatum Miller. Extrêmement abondante dans tous les lieux sablonneux et arides. La variété *eriocaulon* Dunal est commune près la cabane de *la Truque*.

Helianthemum alyssoides Vent. Les bois de pins, les landes, très-commun.

Astrocarpus Clusii Gay. Les tertres des fossés.

Drosera rotundifolia L. Marais tourbeux.

Dros. intermedia Hayn.; *longifolia Sm. non* L. Avec le précédent.

Frankenia lævis L. Le Pré salé, à la Teste.

Polygala monspeliaca L. Laites des dunes.

Dianthus arenarius L. ; *gallicus* PERS. Au pied des dunes.

Cucubalus baccifer L. Sanguinet, dans les haies.

S. Thorei DUF. *fabaria* D.-C. Les dunes et les plages maritimes.

S. portensis L. ; *bicolor Thore.* Commune dans les dunes et autres lieux arides.

Elatine hexandra L. Bords de de l'étang Cazaux.

Sagina maritima DON. Les laites, des dunes et surtout entre les grandes dunes et la mer. A quatre heures du soir, cette plante très-commune répandait dans l'air une odeur prononcée de miel. Plus d'une fois, au surplus, j'ai senti dans la lande cette même odeur produite par la bruyère.

Sagina subulata WIMM. Les laites des dunes.

Honkeneja peploides EHRH. ; *Arenaria peploides* L. Très-répandu dans les mêmes lieux que la *S. maritima.*

Arenaria montana L. Sanguinet, la lisière des bois et des champs.

Spergula media PERS. ; *Arenaria media* L. Le Pré salé.

Radiola linoides GM. Les lieux humides des landes.

Elodes palustris SPACH. ; *Hypericum elodes* L. Très-commune dans les marais.

Hypericum linearifolium VAHL. Les landes et les revers des fossés.

Genista pilosa L. Les landes.

Adenocarpus parvifolius D.-C. Cet arbrisseau, très-commun à Mont-de-Marsan, se trouve aussi à la Teste, dans les bois de pin.

Medicago marina L. Les dunes.

Astragalus bayonensis LOIS. Les laites des dunes et les plages maritimes.

Ornithopus roseus Duf. Sanguinet, au bord des champs.

Astrolobium ebracteatum D.-C. Sanguinet, les lieux frais.

Isnardia palustris L. toutes les mares, tous les fossés aquatiques.

Montia fontana L. Les lieux humides, le bord des eaux.

Corrigiola telephiifola Pourr. La Teste, non loin du Pré salé. Je crois que ce n'est qu'une variété du *C. littoralis* L.

Illecebrum verticillatum L. Les lieux humides des landes.

Polycarpon tetraphyllum L. Garein, les revers des fossés.

Eryngium maritimum L. La Teste et toutes les plages maritimes.

Torilis nodosa Gaertn. Bord d'un champ, au quartier de Lubiosse, entre Ichoux et Sanguinet.

Helosciadium nodiflorum L. Les fossés aquatiques et les mares. Je suis persuadé que l'*h. bulbosum* Koch. que j'ai trouvé très-abondamment cette année dans un marais tourbeux, près de Mont-de-Marsan, vit dans les marais de l'étang de Cazaux.

H. inundatum Koch. Mares des laites.

Carum verticillatum Koch. Lieux humides des landes et des bois.

Asperula cynanchica L. Les bords des champs, les lieux secs.

Galium constrictum Chaub.; *Debile* Desv. Sanguinet, dans la prairie du Presbytère, mêlé au *G. palustre*.

G. arenarium Lois. Plage de l'étang de Cazaux et les dunes.

Vallerianella dentata soy. Will. Les champs de seigle.

V. eriocarpa Desw. Avec la précédente.

Diotis candidissima Desf. Plages maritimes, pas encore bien fleuries.

Elychrisum stœchas D.-C.; *var. arenarium* Lois. Les dunes

Aster tripolium L. La Teste, au Pré salé ; pas encore fleuri.

Anthemis mixta L. Les champs.

Cirsium anglicum L. Les marais.

Hieracium eriophorum St-Am. Les dunes, avec la variété moins velue, qui est le *h. prostratum* D.-C. Il n'était pas encore bien fleuri.

Scorzonera humilis, var. angustifolia L. Les landes marécageuses.

Leontodon hastile L. Les lieux humides et marécageux.

Lobelia Dortmanna L. Le désir de posséder cette plante que je savais exister à l'étang de Cazaux, avait été une des causes déterminantes de mon voyage. Dès mon arrivée à Sanguinet, je me suis mis à la chercher dans les marais qui avoisinent cet étang, bien convaincu que, comme sa congénère, la *L. urens* L. elle vivait dans les lieux humides ou marécageux. Mes perquisitions furent vaines, et je commençais à penser que la plante tant désirée était trop rare ou trop peu avancée pour être facilement découverte, lorsque, vers le soir, un de mes compagnons qui avaient tous reçu la recommandation de recueillir toutes les herbes à fleurs bleues, m'apporta un fragment d'une plante qu'il avait recueilli dans l'étang même, en naviguant avec les pêcheurs. Je reconnus sur le champ la *lobelia* tant convoitée, et les pêcheurs témoins de mon contentement et de mon désir de posséder cette plante me dirent que, dans les parties les moins profondes, l'étang en était tout parsemé. Je me hâtai de monter dans une barque, et je n'oublierai jamais la joie que j'éprouvai en voyant des *lobelia* par centaines, par milliers, balançant au-dessus de l'eau leurs tiges pourvues de fleurs et de fruits. Je m'en approvisionnai, et le lendemain, l'instituteur du lieu, M. Loustouret, dont rien ne surpasse la bonté et l'obligeance, prit la peine de m'en recueillir de beaux et nombreux échantillons.

La *lobelia Dortmanna* est éminemment aquatique; et il faut la

chercher sur l'étang même, assez près des bords et aux endroits qui n'ont pas plus de 80 centimètres de profondeur. La fin de juin est l'époque la plus favorable pour la recueillir.

Lobelia urens L. Les prairies marécageuses, les laites des dunes.

Campanula patula L. Les bordures des bois.

Wahlembergia hederacea Reich. Les bois marécageux, les fossés humides. Dans une localité du département, on trouve abondamment, mêlée à cette plante, la jolie *sibthorpia europœa* L.

Arbutus unedo L. Les bois des dunes de la Teste.

Erica polytrichifolia L. Sanguinet, près du bourg et à la Teste, au lieu dit le *Braouet*. C'est l'*E. lusitanica* Rudolp. C'est une magnifique plante, surtout lorsqu'elle est en fleur, ce qui arrive de décembre à avril.

Erica tetralix L. Les landes humides.

Erica ciliaris L. Les landes un peu humides.

Erica cinerea L. Les landes sèches.

Erica scoparia. L. Les landes humides.

Menyanthes trifoliata L. Très-commune à Sanguinet sur les bords du canal de l'étang. La fleur était passée.

Villarsia nymphoides Vent. Mares des dunes.

Chlora sessilifolia Desv. Les laites des dunes.

Cicendia filiformis Delarb. ; *Exacum filormis* Wild. Les landes humides, bords des fossés.

C. pusilla Griseb. Les lieux humides.

Convolvulus soldanella L. La Teste, bords du bassin ; les dunes principalement autour du poste des douanes de Sanguinet.

Verbascum pulverulentum Vill. Sanguinet, bord des chemins.

V. blattarioides Lam. Bord des fossés, avec le *V. blattaria* L. dont il n'est probablement qu'une variété.

Linaria thymifolia D.-C. Les dunes et à la Teste.

L. juncea Desf. Commune dans les champs de seigle.

Melampyrum sylvaticum L.—M. Decaisne, je crois, a fait pressentir que les *melampyrum*, les *euphrasia*, et en général les plantes de la famille des rhinanthées sont parasites des racines d'autres végétaux. Je suis, pour mon compte, très-porté à le croire, d'après les observations que j'ai faites depuis que l'opinion toute récente de M. Decaisne m'est connue. Quant au *M. sylvaticum*, je ne serais pas surpris qu'il fût parasite des racines du chêne, car je le trouve toujours dans les bois de chênes, et surtout au milieu des drageons que pousse en si grand nombre le chêne tauzin.

Scutellaria minor L. Les lieux marécageux.

Pinguicula lusitanica L. Le bord des marais.

Anagallis tenella L. Très-commune dans les marais. L'*A. crassifolia* Thore se trouve aussi dans nos landes, mais nous ne l'avons pas rencontrée.

Glaux maritima L. La Teste, environs du Pré salé.

Statice linearifolia Laterr. La Teste, le Pré salé.

S. Bubani de Girard ; *S. caspia* Reich. } Avec le précédent.

Littorella lacustris L. Les mares desséchées, dans la lande et près de l'étang de Cazaux.

Plantago graminea Lam. La Teste, au Pré salé.

Phytolacca decandra L. Ichoux, dans les haies. Cette plante, originaire de l'Amérique, s'est naturalisée dans le département.

Beta maritima L. Le Pré salé, à la Teste.

Salsola Kali L. La Teste, bords du bassin.

S. soda L. Avec la précédente.

Salicornia herbacea; L. *S. fruticosa* L. Le Pré salé.

Atriplex portulacoides L. Le Pré salé.

A. rosea L. La Teste, bords du bassin.

A. hastata L. La Teste, près des établissements de bains.

A. oppositifolia. La Teste, près des haies de tamarin.

Polygonum maritimum L. Bords du bassin.

P. fagopyrum L. Cultivé pour l'alimentation du bétail. Les paysans le font moudre aussi pour en composer une bouillie qu'ils aiment beaucoup.

Rumex patientia L. Les jardins, où elle est comme spontanée.

Euphorbia peplis L. Les sables maritimes.

E. paralias L. Les dunes. Les *E. pilosa* L. et *paniculata* se trouvent à Bayonne.

Quercus tauza Roth. Très-commun dans tout le département.

Q. suber L. Il forme de vastes forêts dans quelques parties du département.

Q. fastigiata. Le long des routes, où il a été planté. Dans les semis de glands de ce chêne, il y en a toujours quelques-uns qui prennent la forme étalée du *Q. pedunculata* Ehrh. auquel il ressemble du reste, par son feuillage et ses fruits. Je ne serai pas éloigné de penser qu'il n'en est qu'une variété.

Salix aurita L. Bord des eaux.

S. repens L. Les Landes ; Sanguinet, bords du chemin de la Teste.

Myrica gale L. Très-abondant dans les marais tourbeux, et surtout à Sanguinet.

Pinus maritima Lam. C'est cet arbre qui constitue les immenses forêts du département et qui sert à fixer les dunes. On en extrait la résine lorsqu'il a atteint l'âge d'environ 30 ans. Pour cela on enlève, avec une hache faite exprès, et jus-

qu'à l'aubier, en commencent au pied de l'arbre, une tranche d'écorce de dix centimètres de largeur. Cette entaille se nomme une *quarre*. Trois fois en quinze jours et, dans certaines localités deux fois par semaine, du commencement d'avril à la fin de septembre, on rafraîchit l'extrémité supérieure de cette entaille, en l'élevant progressivement sans l'élargir. La résine coule dans un petit vase déposé au-dessous, ou, plus communément dans une cavité pratiquée dans le sable ou même au collet de la racine de l'arbre, sans égards pour celui-ci qui en souffre indubitablement. Au bout de cinq ans l'entaille atteint son maximum de hauteur qui est de 3 mètres 60 centimètres pour les arbres gros et vigoureux, et de 3 mètres 20 centimètres pour les autres. On en commence une autre au côté opposé de l'arbre qui, bien conduit, peut donner de la résine pendant 50, 80, 100 ans et n'en est que plus estimé comme bois de construction.

Hydrocharis morsus ranæ L. Fossés de la prairie du presbytère de Sanguinet.

Alisma ranunculoides L. Tous les marais.

A. natans L. Ruisseau de de la forge d'Ichoux.

Anthericum bicolor Desf. ; *planifolium* L. Dans les Landes ou les forêts de pins.

Narthecium ossifragum Huds. Les marais tourbeux de Sanguinet.

Zostera marina L. Très-commune dans le bassin d'Arcachon, où on peut la prendre à marée basse. Elle est jetée très-abondamment sur la plage.

Sparganium natans L. A l'étang de Cazaux, où il paraît très-rare.

Triglochin maritimum L. ; *T. Barrelieri* Lois. Au Pré salé de la Teste.

Juncus maritimus Lam. Le Pré salé.

J. glaucus Ehrh. Les lieux humides.

J. lampocarpus Ehrh. Lieux inondés des Landes : la Teste.

J. ericetorum Poll. Les Landes inondées l'hiver.

J. pygmæus Thuill. Avec le précédent.

Cyperus longus L. Prairies humides.

C. flavescens L. ; *C. fuscus* L. Bord des eaux.

Cladium mariscus R. Br. Très commun et d'une magnifique végétation dans les marais voisins de l'étang de Cazaux.

Schœnus nigricans L. Les parties desséchées des Landes [illegible].

Rhynchospora fusca Rem. et Schult. ; *R. alba* Wahl. Ces deux plantes couvrent de grandes surfaces dans les marais que l'été dessèche. Ordinairement dans ces parties le sol est presque entièrement dépourvu de toute autre végétation.

Scirpus tenuifolius D. C. Marais près de l'étang.

S. holoschœnus L. Bords de l'étang.

S. setaceus L. Bord des eaux vives à Commensacq.

S. Savii Sebast. et Mauri. Avec le précédent.

S. triqueter L. ; *S. maritimus* L. } Bords de l'étang de Cazaux.

Heleocharis multicaulis Dietr. Les landes marécageuses.

Eriophorum angustifolium Wild. Les marais.

Carex arenaria L. Les dunes, les bords de l'étang.

C. trinervis Degl. Bords de l'étang de Cazaux et laites des dunes. Les racines traçantes de ces deux *carex* s'étendent fort loin, et on en suit la direction à d'assez grandes distances, au moyen des rejetons qu'elles émettent.

Très-commun dans les marais, ainsi que la var. *œderi* Ehrh.

Digitaria sanguinalis Scop. Tous les champs sablonneux.

Panicum miliaceum L. ; *P. italicum* L. Ces deux plantes sont généralement cultivées dans la partie sablonneuse du

département. Elles servent à la nourriture de la volaille et à l'alimentation de l'homme. La paille du second est en outre excellente pour les animaux. Le *Zea mais* L. est cultivé dans tout le département, mais principalement dans la région argileuse.

Phalaris arundinacea L. Bord des eaux.

Polypogon monspeliense DESF. *Var maritimum* WILD. Très-commun à la Teste, près la gare du chemin de fer et à gauche de la chaussée.

Agrostis setacea CURT. Commun dans les Landes.

A. vulgaris WITH. *Var. maritima* LAM. La Teste et bords de l'étang de Cazaux.

Trichodium elegans THORE. Les lieux secs des Landes, principalement dans les parties où vient le *cœnomyce rangiferina* ACH.

Calamagrostis arenaria L. C'est une magnifique graminée que l'on trouve sur le bord de l'étang de Cazaux, mais qui se montre très-abondamment et avec toute sa beauté dans les dunes qu'elle contribue à fixer. Elle porte dans le pays le nom de *gourbet*.

C. lanceolata ROTH. Les dunes, près la cabane de la *Truque*.

Eragrostis vulgaris COSS. et GERM.— *Poa megastachya* KŒL. Dans les champs.

Poa pilosa L. Avec le précédent.

Airopsis globosa THORE. Dans les mêmes lieux que le *Trichodium elegans*. Je n'ai jamais trouvé l'une de ces deux délicieuses plantes sans rencontrer en même temps l'autre.

Kœleria cristata PERS. La Teste, sur la chaussée.

Glyceria maritima M. et K. Le Pré salé, à la Teste.

Danthonia decumbens D. C. Les Landes.

Festuca uniglumis AIT. Les bords des champs.

Farenaria Ask. *sabulicola* Duf. Les bords de l'étang de Cazaux et les dunes.

Avena longifolia Thore. Bord des champs, sur les fossés et dans les Landes.

A. sulcata Gay. Avec la précédente, mais moins commune

A. strigosa Schreb. Bords des champs ; les lieux arides.

A. pubescens L. Les prairies sèches.

Trachynotia stricta D. C. Le Pré salé à la Teste, où elle est très-abondante. On la fauche sous le nom de Gourbe.

Triticum junceum L. La Teste, près du bassin, et les dunes. Cette plante est remarquable par la fragilité de l'axe de son épi, qui se casse comme du verre pour peu qu'on le courbe.

Rottbolla filiformis Roth. La Teste, alentours du Pré salé.

Hordeum maritimum Wilth. La Teste, à gauche de la chaussée.

Je n'ai pu recueillir qu'un petit nombre de cryptogammes parmi lesquelles je ne signale que les *chara translucens* Pers. *C. syncarpa* Thuill. et l'*Isoetes setacea* Bosc. Toutes les trois de l'étang de Cazaux.

NOTE SUR L'EMPLOI

DU

FREIN DYNAMOMÉTRIQUE

DE M. PRONY,

POUR L'ÉVALUATION DE LA FORCE UTILE ET DE LA CONSOMMATION DE COMBUSTIBLE D'UNE MACHINE A HAUTE PRESSION;

PAR M. PIGEON.

Une donnée essentielle qu'il importe de posséder, quand on fait usage d'une machine, c'est la force disponible pour les travaux industriels dont elle est l'agent.

Pendant longtemps cet élément n'a été déterminé qu'au moyen de formules théoriques, exactes en elles-mêmes, mais dont l'application était complètement arbitraire. Dans le cas des machines à vapeur, par exemple, l'on faisait fonctionner pendant un certain intervalle l'appareil d'une manière aussi régulière et normale que possible. Dans le cours de l'expérience, l'on mesurait la vitesse du

piston, l'on constatait quelles étaient les pressions de la vapeur à l'entrée et à la sortie du cylindre. S'il y avait détente, l'on notait à quelle partie de la course commençait l'expansion. Connaissant en outre le diamètre du piston et la longueur de la course, l'on avait toutes les données numériques que comporte la formule relative au travail réel d'une machine à vapeur. Mais, indépendamment de la grande incertitude que présente en général la constatation des pressions de la vapeur à son entrée et à sa sortie du cylindre, l'on ne pouvait obtenir de la sorte que le travail complet dû à l'action de la vapeur, lequel ne comprend pas seulement la force nécessaire pour faire marcher les organes et mécanismes divers d'un atelier, mais encore celle qu'il faut employer pour vaincre les frottements et résistances passives propres à la machine. Or, c'est seulement le premier de ces éléments qui constitue le travail utile; c'est de son intensité que se préoccupe le propriétaire d'une usine, et c'est elle qu'il importe de constater. Là était l'insuffisance de la formule qui ne pouvait conduire au résultat cherché, que par l'introduction de coefficients arbitraires, et par suite d'une manière grossièrement approximative.

M. de Pambour a fait ressortir d'une manière très-nette les inconvénients et les défauts d'appli-

cation de cette formule. Le premier il a remarqué combien il y avait, dans certains cas, erreur grossière à considérer la pression de la vapeur, à son entrée dans le cylindre, comme la même que dans la chaudière; et, partant de ce principe que, dans une machine parvenue à sa marche régulière et uniforme, la pression doit être strictement égale à la résistance, il déduit de l'intensité de cette dernière force, quelle doit être la pression de la vapeur qui pousse le piston. Ainsi s'explique le mouvement des locomotives, lent avec de fortes charges, rapide quand elles remorquent des trains légers.

M. de Pambour ne s'est pas borné à la critique, et lui-même, il a proposé de nouvelles formules théoriques, destinées à remplacer, pour les divers systèmes de machines, les anciennes formules. Il y a fait entrer les principales circonstances du mouvement des appareils, et il a bien mis en évidence le rôle du pouvoir de vaporisation qui est le principe même de la force d'une machine à feu; mais il n'a pu éviter les mêmes défauts d'interprétation arbitraire et d'inexactitude dans l'application. Ainsi, voulant tenir compte des frottements inhérents à la machine, il a introduit des coefficients qui, dans beaucoup de cas, ne donneront que des approximations peu satisfaisantes. En ou-

tre, la donnée essentielle de ses formules, c'est-à-dire la quantité de vapeur produite, est calculée d'après la quantité d'eau consommée par la chaudière. Or, cette déduction est vicieuse, non pas seulement en ce qu'il se perd beaucoup de vapeur, soit par les soupapes de sûreté, soit par les divers joints des tuyaux de conduite, mais encore parce que la vapeur entraîne avec elle de l'eau liquide, en quantité maintes fois assez considérable pour contrarier le mouvement du piston, et même occasionner des ruptures, si l'on ne donne pas un écoulement à cette eau.

Les formules de M. de Pambour, bien que préférables aux anciennes, pour l'exactitude et le mode de déduction, ne satisfont donc pas aux exigences de la pratique, et il n'y a toujours qu'une seule méthode pour constater d'une manière directe et sûre, le travail d'une machine. C'est l'emploi du frein dynamométrique imaginé par M. de Prony.

Cet appareil est sans contredit l'une des plus ingénieuses inventions du siècle, et rien n'est curieux comme de voir une simple balance donner avec exactitude la force des plus puissants appareils.

Le nouveau frein présentait, dans l'origine, des difficultés d'ajustage et de manœuvre, mais les perfectionnements dont il a été l'objet l'ont rendu

d'un usage facile, et ont permis de donner aux opérations toute la durée désirable.

Nous nous abstiendrons de décrire l'appareil. La notice publiée par M. de Saint-Léger, ingénieur en chef des mines (*Annales des Mines*, 3e série, tome XII), est complète à cet égard, et elle indique en outre toutes les précautions qui concourent à assurer le succès de l'expérience. Le seul but de la présente note est de donner les résultats des opérations que j'ai eu l'occasion de faire avec le frein, sur une machine à vapeur employée dans l'un des ateliers de Lyon.

Cette machine fonctionne à haute pression et sans détente. Elle est à cylindre horizontal, et la tige du piston communique directement à l'arbre le mouvement de rotation.

Le diamètre du piston est de 33, et la course de 84 centimètres.

La vapeur est fournie par une chaudière se composant d'un corps cylindrique et de deux bouilleurs.

Les dimensions sont les suivantes :

Longueur du corps cylindrique.	5^m, 20
Diamètre id.	1^m, 00
Longueur des bouilleurs. . .	6^m, 00
Diamètre id.	0^m, 50

La tension intérieure de la vapeur devait être de cinq atmosphères.

Les mâchoires du frein furent ajustées sur une poulie liée invariablement à l'arbre de couche, et l'on équilibra par un contrepoids la charge du grand levier. Puis l'on fit diverses expériences préparatoires pour vérifier la marche de l'appareil, et déterminer d'une manière approximative le poids qu'il convenait de mettre dans le plateau. De l'eau savonneuse était de temps en temps jetée sur les surfaces frottantes, et l'appareil se trouva bientôt en marche régulière.

Le compteur était un instrument précis, et que l'on avait placé près de la tige, de manière que chaque oscillation fît avancer l'aiguille d'une division. Le manomètre, bien gradué, fonctionnait à air libre.

Tout se trouvant ainsi bien réglé, et le charbon dont on devait se servir ayant été pesé d'avance, l'on commença l'épreuve.

Le tableau suivant donne les résultats divers obtenus pendant la durée des opérations.

Dans la colonne (1) sont inscrites les heures auxquelles se faisaient les observations successives.

Dans la colonne (2) se trouvent les nombres de minutes écoulées depuis le commencement des expériences.

La colonne (3) renferme les indications du compteur, correspondantes aux heures d'observation.

Dans la colonne (4) ont été calculés les nombres de tours faits par l'arbre de couche, depuis le commencement de l'expérience.

La colonne (5) enfin mentionne les indications des manomètres.

Heures des observations successives.		Nombre de minutes écoulées depuis le commencement des expériences.	Indications du compteur.	Nombre de tours faits par l'arbre de couche depuis le commencement des expériences.	Indications du manomètre.	Observations.
h.	m.	m.			atm.	
2	17	»	1524	»	4 8	Le poids d'essai placé sur le plateau était de 120 kil.
2	21	4	1653	129	4 5	
2	25	8	1801	277	4 4	
2	30	13	1987	463	4 45	De 2 h. 17 m. à 3 h. 10 m., on n'a pas fait jouer la pompe alimentaire.
2	35	18	2184	660	4 37	
2	40	23	2379	855	4 45	
2	45	28	2585	1061	4 60	
2	50	33	2790	1266	4 58	L'arrêt de 15 minutes a eu lieu pour le besoin d'une réparation au plateau sur lequel se trouvait le poids d'épreuve. Pendant ce temps, la machine a fait plusieurs révolutions dont il n'a pas dû être tenu compte dans la colonne 4.
2	55	38	2995	1469	4 68	
2	00	43	3192	1668	4 66	
3	05	48	3402	1878	4 65	
3	10	53	3602	2078	4 25	
3	15	58	3778	2274	3 80	
		ARRÊT DE 15 MINUTES.				
3	30	58	3890	2274	4 48	
3	35	63	4090	2474	3 81	
3	40	73	4274	2658	3 50	
3	45	78	4435	2819	3 38	L'alimentation de la chaudière a été continue jusqu'à 5 h. 5 m. L'on remarque que le manomètre indiquait une pression moindre que lorqu'il y avait arrêt de la pompe alimentaire. Le nombre des révolutions avait également diminué. Cet effet fut d'autant plus sensible pendant un certain intervalle que la grille du foyer s'était encombrée de crasse.
3	50	83	4597	2981	3 40	
3	55	88	4771	3155	3 42	
4	00	93	4937	3321	3 35	
4	5	98	5108	3492	3 50	
4	10	103	5295	3677	3 54	
4	15	108	5485	3867	3 58	
4	20	113	5670	4054	3 56	
4	25	118	5872	4256	3 50	
4	30	123	6065	4447	3 50	
4	35	128	6245	4629	3 51	
4	40		6440	4824	3 50	
4	45	133	6617	5001	3 49	
		ARRÊT DE 2 MINUTES.				
4	47	135	6637	5001	3 75	
4	55	141	6765	5325	3 70	

Heures des observations successives.		Nombre de minutes écoulées depuis le commencement des expériences.	Indications du compteur.	Nombre de tours faits par l'arbre de couche depuis l'origine des expériences.	Indications du compteur.		Observations.
h.	m.	m.			atm.		
5	00	146	7157	5519	5	60	L'alimentation de la chaudière cessa de 5 h. 5 m. à 6 heures, et l'on vit bientôt augmenter la pression et la vitesse. Cette alimentation fut reprise à 6 heures et l'effet contraire se manifesta de suite.
5	5	151	7354	5696	5	40	
5	10	156	7512	5874	5	55	
5	15	161	7704	6066	5	70	
5	20	166	7890	6252	5	70	
5	25	171	8093	6455	3	80	
5	30	176	8287	6649	3	96	
5	35	181	8492	6854	5	95	
5	40	186	8697	7059	3	87	
5	45	191	8886	7248	5	82	
5	50	196	9084	7446	4	10	A 6 h. 45 m., le chauffeur demanda qu'il lui fût accordé un certain délai pour dégrasser la grille.
5	55	201	9295	7657	4	25	
6	00	206	9487	7849	4	20	
6	05	211	9679	8041	4		L'épreuve demeura suspendue pendant 18 minutes.
6	10	216	9853	8215	3	95	
6	15	221	10025	8387	3	62	
6	20	226	10200	8562	3	50	
6	25	231	10381	8743	3	50	
6	30	236	10569	8931	3	48	
6	35	241	10756	9118	3	50	
6	40	246	10949	9311	3	45	
6	45	251	11125	9487	3	45	
h.	m.						
7	3	0	11180	0	4	70	A la reprise de l'épreuve, l'on jugea à propos d'expérimenter avec une moindre vitesse de piston. A cet effet, l'on porta le poids d'essai de 120 à 140 kil. La pompe alimentaire continuait à marcher, mais elle n'introduisait que la quantité d'eau strictement nécessaire. Un accident funeste dont un ouvrier fut la victime, empêcha de prolonger plus longtemps l'expérience.
7	5	2	11237	57	1	68	
7	10	7	11400	220	4	52	
7	15	12	11567	387	4	42	
7	20	17	11725	545	4	15	
7	25	22	11877	697	4	00	
7	30	27	12052	852	3	82	
7	35	32	12177	997	3	60	
7	40	37	12333	1153	3	55	

Les expériences se divisaient, comme on le voit, en deux séries distinctes. Dans la première, le poids d'épreuve était de 120 kilog., et la machine donnait un nombre de coups qui variait de 35 à 42 par minute, suivant le plus ou le moins d'intensité de la vaporisation. Dans la dernière série, le poids d'épreuve était de 140 kilog., et la machine donnait un nombre de coups qui variaient de 29 à 33 par minute.

Plusieurs périodes sont encore à distinguer dans les premiers sens, suivant que la pompe alimentaire fonctionnait ou n'était pas en jeu. Ainsi, lorsque la chaudière n'était pas alimentée, les mouvements indiquaient toujours une tension plus élevée, et la vitesse de la machine devenait plus grande, que lorsque la pompe était remise en jeu. La différence eût été plus grande encore, si l'eau d'alimentation n'eût, par l'intervention de la vapeur perdue, été chauffée à une température de 40 à 50°.

Prenons à part les diverses périodes, et appliquons la formule

$$M = P \times n \times 2\pi R$$

dans laquelle

M exprime la puissance disponible transmise à l'arbre de couche ;

P le poids suspendu à l'extrémité du levier,

quand le frottement absorbe toute la puissance de la machine motrice ;

n le nombre de tours faits par l'arbre en une seconde ;

R la longueur du bras du levier au bout du quel agit le poids P ;

π le rapport de la circonférence au diamètre.

Pour la période de non alimentation, par laquelle commença l'épreuve, et qui dura de 2 h. 17' à 5 h. 10', les données numériques sont les suivantes ;

$P = 120$ kil. ; $n = 0{,}6534$; $2\pi R = 18{,}85$

L'on déduit

$M = 1478$ kilog. élevés à un mètre,

et en prenant pour force de cheval l'unité ordinaire de 75 kil. élevés à un mètre, il vient

$$M = 19 \text{ chevaux } 7/10$$

Faisant les mêmes calculs pour la période qui s'écoula de 3 h. 30' à 5 h. 5', et pendant laquelle se fit l'alimentation, l'on trouve

$$M = 18 \text{ chevaux } \frac{6}{10}$$

Pour la période qui s'écoula de 5 h. 5' à 6 h., et pendant laquelle on n'alimenta pas, l'on déduit de même que la machine réalisa une force moyenne de 19 chevaux $\frac{66}{100}$

Enfin, dans la dernière période commençant à

6 h. 5' et finissant à 6 h. 45', pendant laquelle l'alimentation avait été reprise, l'on est conduit à assigner à la machine une force moyenne de 18 chevaux 3/10.

Cette moyenne est la moindre qu'on ait obtenue. Vers la fin de la série, la force était plus faible encore, et de 6 h. 40' à 6 h. 45', elle ne dépassait pas 17 chevaux.

La décroissance tenait à ce que la grille était encombrée de crasses, dont la présence diminuait le tirage et l'intensité de la combustion.

Faisant abstraction des diverses périodes, et cherchant quelle a été la force moyenne de la machine pendant la durée de cette première série de l'épreuve, l'on a pour données du calcul

$$P = 120 \text{ kil. } n = \frac{9487}{251 \times 60} = 0{,}63 \quad 2\pi R = 18{,}85$$

L'on déduit pour la force moyenne cherchée la valeur de 19 chevaux.

La 2e série des expériences fut beaucoup moins longue à raison de l'accident qui l'interrompit. La pompe d'alimentation fonctionna pendant toute sa durée.

Les données du calcul sont les suivantes.

$$P = 140 \text{ kil.} \quad n = 0{,}5194 \quad 2\pi R = 18{,}85$$

L'on déduit $M = 18$ chevaux $\frac{4}{10}$.

Ce résultat concorde bien avec ceux que l'on

a obtenus dans la 1re série, pendant que la pompe était en jeu.

Si l'on prend maintenant la moyenne résultant des deux séries de l'épreuve, l'on trouve qu'eu égard aux durées respectives de ces séries, qui ont été chacune de 251 et de 37 minutes, cette moyenne est de

$$\frac{251 \times 19 \times 37 \times 18{,}4}{288} \text{ soit } 18 \text{ chevaux } \frac{92}{100}$$

Tel est le nombre auquel on doit s'arrêter comme résultat définitif des expériences. Il représente la force moyenne maximum que pouvait développer la machine, en fonctionnant d'une manière normale.

Comparons ces résultats avec ceux que donnerait la formule théorique.

Pour une machine à haute pression sans détente ni condensation, l'on a

$$T = \pi\, r^2\, v\, (h - h')$$

T exprime le travail développé par la vapeur dépensée en une seconde ;

π exprime le rapport de la circonférence au diamètre ;

r exprime le rayon du cylindre ;

v exprime la vitesse moyenne du piston par seconde ;

h exprime la pression absolue de la vapeur dans le cylindre ;

h' exprime la pression derrière le piston.

Prenons la première période des expériences, de 2 h. 17' à 3 h. 10'. Le piston en 53' a fait 2078 oscillations, et comme la course est de 0^m, 84, il suit que sa vitesse moyenne v a été de 1^m, 097.

La tension moyenne accusée par le manomètre a été de 4^{atm}, 53, et par suite l'effort exercé par la vapeur dans le cylindre a été de $10334 \times 4{,}53$ par mètre carré de surface de piston. De l'autre côté du piston, la vapeur, avant de sortir, agissait en outre avec la pression d'une atmosphère ou de 10334 kil. par mètre carré.

Partant de ces données numériques et considérant que le diamètre du cylindre était de 0^m 33, il vient

T = 3417 kilogrammètres, lesquels correspondent à une force de 45 chevaux 1/2,

Or, l'épreuve par le frein a montré que, dans la même période, la machine avait exercé une force utile de 19 chevaux 7/10.

La différence est considérable, et il serait absurde de l'attribuer aux frottements et résistances diverses propres aux organes de la machine. Sans nul doute, elle tient en grande partie à ce que la vapeur n'agissait pas dans le cylindre avec la pression qu'elle avait dans la chaudière. Il n'est pas non plus admissible à raison de l'étroitesse des

orifices du tiroir que la vapeur, avant de s'échapper dans l'atmosphère, n'exerçât pas de l'autre côté du piston un effort supérieur à celui de l'atmosphère.

Pour tenir compte de cette dernière circonstance, les manuels qui renferment les formules en question, recommandent de porter cette résistance à $\frac{1}{10}$ et même à $\frac{1}{8}$ en sus de la tension atmosphérique.

L'on admettrait de même que pour des pressions de 4 à 5 atmosphères, la tension de la vapeur est de $\frac{1}{2}$ atmosphère moins élevée dans le cylindre que dans la chaudière.

Qu'il en soit ainsi, et l'on aura

$$h = 10334^{kil.} \times 4 \quad h' = 10334^{kil.} \times 1{,}125,$$

d'où l'on déduit

$$T = 2786^{km},$$

lesquels correspondent à une force de 37 chevaux.

Comparant ce résultat à celui que l'on a trouvé par le frein comme représentant le travail utile de la machine, l'on voit que l'on passe de l'un à l'autre en multipliant le premier par 0, 513. Ce coefficient représentera les résistances passives qui se produisent pendant le mouvement même de la machine. Il est analogue à celui que donnent les manuels et aide-mémoires pour les machines à

haute pression dont la force varie de 10 à 20 chevaux.

Il est d'ailleurs bien clair que l'on arriverait à une appréciation plus exacte du travail total de la machine, en mesurant directement les pressions de la vapeur dans le cylindre, des deux côtés du piston. Le célèbre Watt, auquel il n'avait pas échappé que la vapeur n'avait pas la même tension, dans le cylindre, que dans la chaudière, inventa, dans ce but, l'indicateur dynamométrique. Cet instrument, tel qu'il a été perfectionné et avec l'addition d'un appareil graphique, donne avec sûreté et exactitude la pression moyenne de la vapeur dans le cylindre.

L'on évite ainsi l'une des principales causes d'erreur, et l'on peut arriver à une appréciation suffisamment exacte du travail total de la machine, mais l'on n'en peut toujours déduire le travail utile qu'au moyen d'un coefficient arbitraire, parce qu'il dépend du plus ou moins de perfection dans l'exécution de la machine, de la qualité de la graisse employée, etc. Il faut donc de toute nécessité, quand on veut avoir d'une manière exacte le travail utile, recourir à l'emploi de frein de M. de Prony.

Ce résultat obtenu, il est facile de déterminer quelle est, par heure et par force de cheval, la consommation en charbon de la machine. Il suffit, à

cet égard, de mesurer la quantité de charbon brûlée pendant la durée de l'expérience. Ici ressort l'importance des perfectionnements qui ont permis de donner à l'opération une longue durée; car si l'on ne disposait que de quelques minutes par exemple, les variations d'intensité du feu font qu'on ne pourrait avoir une moyenne de consommation exacte.

Dans l'expérience que nous avons rapportée, l'on a brûlé, de $2^h\,17'$ à $7^h\,40'$, 670 kilog. de bon charbon menu, ce qui, pour une force moyenne de 18 chevaux $\frac{72}{100}$, donne un chiffre de 6 k. 55 par heure et par force de cheval.

Il faut observer, il est vrai, qu'il y a eu 35 minutes d'arrêt, ce qui réduit le temps d'épreuve effectif à 288 minutes. Partant de cette donnée de durée, la consommation aurait été de 7 k. 36 par heure et par force de cheval, mais bien que la combustion ait été très-modérée pendant le temps d'arrêt, elle n'était pas tout-à-fait suspendue. Les soupapes soufflaient d'une manière continue, la grille était dépouillée de ses crasses. Ainsi ne s'éloignera-t-on pas de la vérité en prenant pour chiffre de consommation la moyenne entre les deux résultats précédents, soit 6 k. 95.

La machine en question brûle donc sensiblement 7 kilog. de bon charbon par heure et par

force de cheval. C'est une consommation considérable, mais il faut remarquer qu'il n'est pas de système moins favorable à l'économie du combustible que celui de la haute pression sans détente ni condensation. L'on n'avait pas, en outre, sans l'établissement de cette machine, pris toutes les précautions nécessaires pour diminuer les pertes de calorique dues au rayonnement. Ainsi la partie supérieure de la chaudière était directement exposée à l'air et le grand tuyau de conduite de la vapeur n'était pas enveloppé.

Ce manque de précautions relatives à l'économie de combustible est général à Lyon, et l'on ne saurait trop blâmer cette incurie; car il en résulte pour beaucoup d'industriels un accroissement notable des dépenses courantes.

Le voisinage du riche bassin houllier de la Loire permet sans doute à l'industrie lyonnaise de s'approvisionner à des prix modérés de charbons d'excellente qualité, et c'est établir un véritable maximum que de porter à 1 fr. 50 le prix auquel reviendra, même dans un avenir éloigné, sur le marché de Lyon, le combustible propre à la combustion dans les foyers des chaudières.

A ce prix, cependant, la dépense d'une machine à haute pression de vingt chevaux de force, et qui consommerait 7 kilog. de charbon par heure et

par cheval, serait, pour une marche quotidienne de 15 heures pendant 300 jours, de 9450 par an. Or, que l'adoption d'un meilleur système et l'emploi de précaution pour empêcher le refroidissement de la vapeur permette de diminuer de moitié la consommation du combustible, et l'on aura réalisé une économie de 4725, laquelle constitue souvent tout le bénéfice de beaucoup d'industries.

Dans d'autres villes de France, telles que Paris et Rouen, par exemple, où la houille est beaucoup plus chère qu'à Lyon, l'avantage d'une pareille économie de combustible est tout autrement marqué. Il en est de même encore à Londres et dans les usines bien construites et bien administrées; non seulement l'on ne s'y sert que le moins possible de la haute pression sans détente ni condensateur, mais encore les mesures les plus efficaces sont prises avec un soin minutieux pour prévenir toute déperdition inutile de calorique.

FIN DU TOME 2ᵉ.

TABLE

DES

MÉMOIRES CONTENUS DANS LE TOME SECOND.

—

(SECTION DES SCIENCES).

Pages.

NOTICE SUR UNE PLUIE DE TERRE TOMBÉE DANS LES DÉPARTEMENTS DE LA DRÔME, DE L'ISÈRE, DU RHÔNE ET DE L'AIN, LES 16 ET 17 OCTOBRE 1846. 5

EMPLOI DU CHLORURE D'OR POUR APPRÉCIER LA PRÉSENCE DE LA MATIÈRE ORGANIQUE, EN SOLUTION DANS LES EAUX ORDINAIRES. 17

NOUVEAU MOYEN POUR RECONNAÎTRE LA PRÉSENCE ET MÊME APPROXIMATIVEMENT LA QUANTITÉ DU BI-CARBONATE DE CHAUX, TENU EN SOLUTION DANS LES EAUX. 25

DES FLEUVES ET DE LEUR INFLUENCE. 33

REMARQUES SUR LES THÉORIES DE LA COMBUSTION. . 61

SUR LES TRAVAUX GÉOLOGIQUES DE M. V. THIOLLIÈRE. 97

RAPPORT DE M. CHENAVARD, A L'ACADÉMIE DE LYON,

SUR L'INVENTION D'UNE MACHINE CYLINDRIQUE APPELÉE RAME-ARGOUD, OPÉRANT SIMULTANÉMENT LA DESSICATION ET L'ÉTIRAGE EN LARGE DES ÉTOFFES DE SOIE, LAINE ET COTON, DESTINÉES A L'APPRÊT SUR LES SURFACES CIRCULAIRES CHAUFFÉES A LA VAPEUR. 115

RAPPORT PAR M. CHENAVARD, A L'ACADÉMIE DE LYON, SUR L'INVENTION D'UNE NOUVELLE MACHINE CYLINDRIQUE, APPELÉE RAME-ARGOUD, CHAUFFÉE A LA VAPEUR, DESTINÉE A L'APPRÊT DES ÉTOFFES DE SOIE, LAINE ET COTON. 121

DE L'UTILITÉ, DE LA PUISSANCE ET DE LA RAPIDITÉ D'ACTION DES FREINS EMPLOYÉS SUR LES CHEMINS DE FER, ET DE QUELQUES APPAREILS DE CE GENRE, PROPOSÉS POUR ÉVITER LES ACCIDENTS QUI SE PRODUISENT SUR CES VOIES 125

ÉLOGE D'ALPHONSE DUPASQUIER. 193

CONSIDÉRATIONS SUR L'APPLICATION DES SCIENCES A L'INDUSTRIE 231

DE L'UTILITÉ EN FRANCE D'UNE BANQUE TERRITORIALE HYPOTHÉCAIRE. 241

MÉMOIRE SUR LES DUNES DU GOLFE DE GASCOGNE. . . 349

MÉMOIRE SUR LES PROPRIÉTÉS D'UN SYSTÈME DE DROITES DONT CHACUNE CORRESPOND A UN POINT DÉTERMINÉ DE L'ESPACE. 385

NOTES POUR SERVIR A L'HISTOIRE DU CYRTONUS ROTUNDATUS 401

NOTE SUR LE CALLIMUS ABDOMINALIS. 417
DESCRIPTION D'UNE ESPÈCE NOUVELLE D'OISEAU-MOUCHE 427

FIN DE LA TABLE.

Les Mémoires et Comptes-Rendus des séances de l'Académie de Lyon paraissent tous les mois, par fascicules alternativement consacrés aux Sciences et aux Belles-Lettres et Arts.

L'Académie laisse aux auteurs des ouvrages publiés dans ses Mémoires, la responsabilité entière de leurs opinions.

Tout ce qui a rapport à la publication des Mémoires doit être adressé, franc de port, à M. Grandperret, secrétaire de l'Académie, plus spécialement chargé de ce qui concerne cette publication.

Le soin de désigner les ouvrages admis à être imprimés dans les Mémoires de l'Académie est confié à une Commission de membres nommés, en nombre égal, dans chaque classe, et qui s'adjoignent au Bureau de la Compagnie.

COMMISSION DE PUBLICATION.

1° les membres du bureau ;

2° les membres électifs pour la classe des sciences ;		3°. les membres électifs pour la classe des lettres.	
MM.		MM.	
Fournet.	Pour la classe des Sciences.	Bonnardet.	Pour la classe des Lettres et Arts.
Jourdan.		François.	
Hénon.		de Montherot.	
de Polinière.		Chenavard.	